

ATP DOMINO : Démarche Objet Multi-site pour l'analyse des Interactions entre Niveaux d'Organisation

Rapport Scientifique
(2005-2007)

Coordonnateurs : A. Botta, W. Daré et G. Leclerc.

Ont participé à la rédaction de ce rapport : S. Aubert, A. Botta, R. Courdier, W. Daré, M. Diop, I. D. Gaye, S. Fall, C. Fourage, E. Lagabriele, G. Lajoie, G. Leclerc, G. Magrin, N. F. Mar, J. P. Müller, A. C. Ndiaye, M. A. Soumaré.

Ont participé aux études présentées dans ce rapport : S. Aubert, X. Augusseau, A. Bah, B. Barbier, M. Bertrand, A. Botta, L. Boutinot, S. Camara, A. Cissé, N. Claveau, R. Courdier, P. d'Aquino, W. Daré, D. David, B. Dieye, M. Dione, M. Diop, S. Diouf, M. Drame, S. Fall, C. Fourage, J.L. Fusillier, I. D. Gaye, M. Girard, D. Guilluy, A. Ickowicz, T. Kaufmant, E. Lagabriele, G. Lajoie, G. Leclerc, N. F. Mar, G. Magrin, D. Mahmoud, L. Mane, A. Manga, S. Manglou, J. P. Müller, A.C. Ndiaye, P. Pariente, D. Payet, T. Sane, C. Saqué, M. Seck, S. M. Seck, F. Severin, A.M. Soumaré, M. Thiam, I. Touré, L. Touré, M.B. Touré, P. Valarié.



TABLE DES MATIERES

TABLE DES MATIERES.....	2
LISTE DES ILLUSTRATIONS	4
1 INTRODUCTION GENERALE	7
2 ILE DE LA REUNION.....	11
2.1 INTRODUCTION.....	11
2.2 METHODOLOGIE	13
2.2.1 <i>De la méthodologie commune prévue à celle réalisée à la Réunion</i>	14
2.2.2 <i>Partenariat et démarche de modélisation</i>	17
2.2.2.1 Montage d'un partenariat de recherche-développement.....	17
2.2.2.2 Démarche de modélisation.....	19
2.2.2.3 Bilan sur l'implication des partenaires et la démarche de modélisation	23
2.3 RESULTATS	24
2.3.1 <i>Etudes de contexte</i>	24
2.3.1.1 Analyse des documents réglementaires traitant de l'affectation des terres.....	25
2.3.1.2 Analyse des jeux d'acteurs politiques	31
2.3.1.3 Analyse des dispositifs de concertation autour de la défense du foncier agricole.....	35
2.3.1.4 Conclusion	42
2.3.2 <i>Modélisation</i>	44
2.3.2.1 ATLAS DOMINO Réunion.....	44
2.3.2.2 DOMINO-SMAT (DS).....	49
2.3.2.3 Métronamica-Réunion	61
2.3.2.4 Couplage entre DS-SAR et des outils SIG de planification de la conservation de la biodiversité (SIG-APIC-BIO).....	66
2.3.2.5 Conclusion : Complémentarité des outils	69
2.4 DISCUSSION ET PERSPECTIVES	70
2.4.1 <i>Discussions</i>	70
2.4.1.1 Partenariat développé au regard des objectifs du projet.....	70
2.4.1.2 De l'intégration des études de contexte dans les outils.	73
2.4.2 <i>Perspectives</i>	74
3 SENEGAL	75
3.1 INTRODUCTION.....	75
3.2 METHODOLOGIE	81
3.2.1 <i>De la méthodologie commune prévue à celle réalisée au Sénégal</i>	81
3.2.2 <i>Partenariat et démarche de modélisation</i>	82
3.2.2.1 Montage du partenariat.....	82
3.2.2.2 Démarche de modélisation.....	86
3.2.2.3 Bilan sur l'implication des partenaires et la démarche de modélisation	93
3.3 RESULTATS	95
3.3.1 <i>ETUDES DE CONTEXTE</i>	95
3.3.1.1 Les dynamiques spatiales et territoriales autour du lac de Guiers	96
3.3.1.2 L'accès des populations à la terre et à l'eau dans la région du lac de Guiers	99
3.3.1.3 Evaluation des actions communautaires sur l'environnement.....	104
3.3.1.4 Analyse politique de la problématique foncière autour du lac de Guiers.....	108
3.3.1.5 Typologie et caractérisation des exploitations.....	113
3.3.1.6 La sécurisation foncière dans la zone du lac de Guiers.....	118
3.3.1.7 Les interactions agriculture-élevage.....	123
3.3.1.8 Analyse de l'impact des décisions d'affectation des terres dans la communauté rurale de Keur Momar Sarr	127
3.3.1.9 Conclusion	132
3.3.2 <i>MODELISATION</i>	134
3.3.2.1 Atlas du Lac de Guiers	134
3.3.2.2 BDFoncier : une base données des affectations des terres.....	138
3.3.2.3 GRAOUL : Un modèle d'allocation des terres selon l'offre et la demande régionale	140

3.3.2.4	Un modèle bioéconomique d'optimisation pour les exploitations agricole dans un contexte d'incertitude.....	146
3.3.2.5	AIDA : un modèle pour Analyser l' Impact des Décisions d'Affectation.....	151
3.3.2.6	Affectation optimale de terres selon les préférences des agro-pasteurs.....	155
3.3.2.7	Conclusion	160
3.4	DISCUSSION ET PERSPECTIVES	162
4	APPROCHE GNERIQUE DE MODELISATION.....	167
4.1	INTRODUCTION.....	167
4.2	METHODOLOGIE	168
4.2.1	ANIMATION INTERSITE.....	168
4.3	RESULTATS	169
4.3.1	LE LEXIQUE	169
4.3.2	RETOUR SUR LA DEMARCHE DE MODELISATION COMMUNE.....	170
4.3.2.1	Analyse du séquençage des phases du projet.....	170
4.3.2.2	Analyse de l'impact du contexte sur la démarche.....	172
4.3.3	LE MODELE CONCEPTUEL COMMUN	174
4.3.4	LES PLATEFORMES INFORMATIQUES	177
4.3.4.1	Un modèle générique sous Cormas.....	177
4.3.4.2	La plateforme Geamas-NG	181
4.3.4.3	La plateforme MIMOSA.....	183
4.4	DISCUSSION ET PERSPECTIVES	186
4.4.1	La sécurisation foncière.....	186
4.4.2	Apport de DOMINO à la modélisation d'accompagnement.....	189
4.4.2.1	Questions liées à la participation	189
4.4.2.2	Questions liées au développement et à l'utilisation d'outils de modélisation	194
4.4.2.3	Questions liées plus spécifiquement à l'approche ComMod :	196
5	CONCLUSION GENERALE	198
	BIBLIOGRAPHIE.....	204
	ANNEXES	214
	LE LEXIQUE DOMINO.....	214
	LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS	217

LISTE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1 : La Réunion vue par le satellite SPOT.....	11
Figure 2 : Méthodologie DOMINO initialement prévue sur chacun des sites.....	14
Figure 3 : Les étapes du projet DOMINO à la Réunion et au Sénégal.....	15
Figure 4 : Les phases du projet DOMINO à la Réunion	15
Figure 5 : Chronogramme du projet DOMINO à la Réunion.....	16
Figure 6 : Programme prévisionnel des étapes de révision du SAR janvier 2005 (extrait du site Internet de la Région).....	22
Figure 7 : Etat d'avancement des SCOT de la Réunion (extrait du site de la Direction Départementale de l'Équipement (DDE) : http://www.reunion.equipement.gouv.fr/).....	25
Figure 8 : Etat d'avancement des PLU et des Portés à Connaissances de l'Etat (extrait du site de la DDE : http://www.reunion.equipement.gouv.fr/)	26
Figure 9 : Répartition de la surface de la commune de la Plaine des Palmistes en vocation agricole (A), urbaine (U), naturelle (N) et à urbaniser (AU) selon les documents réglementaires.....	29
Figure 10 : Comparaison des zonages de vocation prioritaire du SCOT Est.....	29
Figure 11 : Etapes et outils méthodologiques (Bertrand, 2007).....	37
Figure 12 : Carte du MOS initial (Source : DOMINO, APICBIO)	47
Figure 13 : Carte de conservation agricole n°1 (Source : CP Canne, FRCA).....	47
Figure 14 : Carte de potentialités naturelles (Source : CIRAD, Agorah, Mission Parc, Université de la Réunion, en collaboration avec le projet APICBIO).....	48
Figure 15 : Carte de densité de population. Source : CIRAD, Université, d'après un extrait de l'Atlas de la Réunion (Collectif 2003).....	48
Figure 16 : Interface de simulation du modèle DOMINO-SMAT.....	49
Figure 17 : Diagramme de classe du modèle DS-SAR.....	51
Figure 18 : Diagramme de séquence d'un pas de temps de simulation.....	52
Figure 19 : Diagramme de séquence de la dynamique de population et son couplage à la dynamique d'urbanisation du volet U	53
Figure 20 : Interfaces de définition de la dynamique démographique du modèle.....	54
Figure 21 : Interface de définition d'interaction entre les volets. Chaque volet doit cocher les documents multisectoriels ou sectoriels qu'il prendra en compte	54
Figure 22 : Schéma chorématique du scénario tendanciel (extrait de Setec Organisation et Safege, 2007)	59
Figure 23 : MOS simulé par DS-SAR.	59
Figure 24: densité de l'espace urbain simulée par DS-SAR.	60
Figure 25 : Interfaces de simulation de l'outil Métronomica-Réunion.....	61
Figure 26 : Paramétrage des effets de voisinage (d'après Lajoie et Hagen-Zanker 2007).....	63
Figure 27 : Quatre scénarii contrastés de dynamiques urbaines et agricoles à l'horizon 2030 (d'après Lajoie et Hagen-Zanker 2007).....	65
Figure 28 : Dynamiques du mode d'occupation du sol pour le scénario « tendanciel » à l'horizon 2030 (d'après Lajoie et Hagen-Zanker 2007).....	65
Figure 29 : Impact des scénarii de la Cellule SAR sur les caractéristiques de la biodiversité telles que définies dans le projet APIC-BIO (Lagabrielle et al, 2007).....	68
Figure 30 : Evolution de l'indicateur espaces agricole restant à conquérir pour atteindre l'objectif fixé dans le cas du scénario tendanciel et faisant varier la carte des espaces naturels conservés (Lagabrielle et al., 2007) .	69
Figure 31 : Diagramme décrivant les liens entre les outils développés et utilisés au cours du projet. Les encadré vert correspondent aux outils et les encadrés rose aux types de public les ayant développés et utilisés	70
Figure 32: une illustration des enjeux fonciers en zone rurale Sénégalaise.....	78
Figure 33 : localisation de la zone d'étude (lac de Guiers-Tatki).	80
Figure 34: Méthodologie suivie au Sénégal. Les chiffres correspondent aux étapes décrites dans la section 2.2.1.	81
Figure 35 : Chronogramme du projet DOMINO au Sénégal	82
Figure 36 : carte de base de l'atlas, sur laquelle les acteurs ont tracé les parcelles de patate douce (rectangles verts) et les bons pâturages (points rouges)	91
Figure 37 : Participation aux différents ateliers DOMINO, selon les types d'acteur.	95
Figure 38 : diagramme chorématique de la région du lac de Guiers.....	99
Figure 39: carte des unités naturelles de la zone du lac de Guiers, élaborée à partir d'une image landsat de mars 2003.....	106
Figure 40 Fiche pour le système de production « Agriculture (rente)+Elevage (sédentaire) ».	117
Figure 41 Evolution de la surface affectée dans la communauté rurale de Keur Momar Sarr (pourcentage de la surface totale affectée dans une année) de selon le type d'affectataire	129

Figure 42 : Distribution géographique approximative des parcelles affectées par le Conseil Rural de Keur Momar Sarrs. La surface des carrés bleus correspond à la surface totale affectée à une localité (centre du carré) de 1985 à 2005. Quelques affectations ont été géoréférencées par GPS (polygones en rouge/orange).....	130
Figure 43 Perception des exploitants sur l'évolution de la qualité des terres.....	130
Figure 44 Perception de l'effet de l'affectation des terres sur le revenu, selon l'activité principale des affectataires.....	131
Figure 45: (de gauche à droite) campement Peul à la limite d'un front de patate douce ; agriculture vivrière ; c) champs de canne à sucre de la Compagnie Sucrière Sénégalaise.	136
Figure 46 : carte morphopédologique (une version simplifiée a été utilisée pour la formation en cartographie)	136
Figure 47 : Carte patron de base (2006)	137
Figure 48 : Carte IGN 1 :200 000 de 1957 simplifiée	137
Figure 49 : Diagramme de classes de CLUE-S (selon la méta-ontologie de CORMAS).....	142
Figure 50 :Interface utilisateurs de CLUE-S.....	143
Figure 51 : Simulation de l'évolution du MOS avec l'outil GRAOUL, selon le scénario tendanciel (2006-2025). On note la « mise en valeur » des terres en bordure du lac par les exploitations de patate douce et le maraichage, de même que la montée du front agricole qui ferme les terres de parcours (en bas à gauche de l'image).	144
Figure 52 : Exemple d'indicateur estimé à partir des simulations (scénario tendanciel 2006-2025) : Pollution de l'eau du lac PolTot(u).	145
Figure 53 : Superficie des cultures emblavées (ha), type de sol et zone adaptés pour la ferme « vivrière élevage sédentaire », selon la prédiction (q0=pas de prédiction ; q1/q2/q3=bonne/moyenne/mauvaise pluviométrie). di/wa=diéri/waalo ; s1=saison des pluies ; ara/man/pas=arachide/manioc/pastèque ;.....	149
Figure 54 : Revenus potentiels(FCFA) selon la prévision climatique et l'état de la nature pour la ferme « vivrière élevage sédentaire »	150
Figure 55 : Revenus potentiels selon la prévision climatique pour la ferme «vivrière élevage sédentaire »	150
Figure 56 : Valeur marginale de la terre (FCFA/ha) pour la ferme vivrière élevage sédentaire.....	151
Figure 57 : Processus d'affectation et positionnement de AIDA.	152
Figure 58 :Interfaces AIDA 1 et diagramme de classe synthétique « affectation».	154
Figure 59 :Interfaces provisoires AIDA 2 et diagramme de classe « exploitation »	154
Figure 60 Un aperçu du simulateur : positionnement aléatoire de parcelles pour usage agricole ou élevage, avec ou sans zonage	154
Figure 61: interface graphique du modèle (à gauche) et quelques résultats de simulation (à droite).....	159
Figure 62 : flux entrées/sorties entre les principaux outils développés (en vert), et les principaux utilisateurs (en rouge).....	160
Figure 63 : synthèse de la démarche suivie sur les deux sites.	169
Figure 64 Démarche de modélisation à la Réunion (gauche) et au Sénégal (droite).....	170
Figure 65 : le modèle conceptuel générique basé sur le cas Sénégalais.	175
Figure 66 : une méta-ontologie de la gouvernance environnementale.....	177
Figure 67 : Présentation de la nouvelle méta-ontologie Cormas.	179
Figure 68 : Structure de la base de donnée, et formulaires d'initialisation pour le modèle générique spatial. La fenêtre « implémentation » spécifie les classes à renseigner selon la plateforme utilisée.	180
Figure 69 :Génération automatique d'agrégats de parcelles en termes de Communauté rurale, arrondissement, département et région pour la zone du lac de Guiers, via l'interface d'initialisation.	181
Tableau 1 : Attentes des partenaires de DOMINO Réunion	19
Tableau 2 : Objectifs principaux des documents réglementaires (légende du tableau 3).....	28
Tableau 3 : Redondances entre les priorités d'aménagement du SAR, du SCOT et du PLU (en rouge)	28
Tableau 4 : Différence de vocation (Agricoles, Urbaines, Naturelles ou A Urbaniser) des espaces de la commune de la Plaine des Palmiste entre le SCOT Est de 2003 et le PLU de 2004.	30
Tableau 5 : Indicateurs disponibles dans le modèle DS-SAR	55
Tableau 6 : Indicateurs agrégés de DS. (.....	60
Tableau 7 : Synthèse des quatre scénarii de la dynamique des modes d'occupation des sols à l'horizon 2030 (d'après Lajoie et Hagen-Zanker 2007)	64
Tableau 8 : synthèse du dispositif partenarial DOMINO-Sénégal	86
Tableau 9 : principaux facteurs de changement et leur poids relatif pour la zone du lac de Guiers, estimés de manière participative.	90
Tableau 10 : cadre opératoire de l'étude	101
Tableau 11 Nombre de ménages enquêtés par communauté rurale	102
Tableau 12 : Distribution des activités principales et secondaires des ménages enquêtés.	102

<i>Tableau 13 Distribution des modes d'accès à la terre</i>	103
<i>Tableau 14 : activités menées pour la protection de l'environnement (communauté rurale de Keur Momar Sarr)</i>	105
<i>Tableau 15 : codification employé pour établir la typologie des systèmes d'exploitation</i>	114
<i>Tableau 16 : typologie des systèmes de production de la zone lac de Guiers Tatki. Les proportions tiennent compte du biais de l'échantillon (nombre de ménages enquêtés vs nombre de ménages du village).</i>	115
<i>Tableau 17 : moyenne des prix de vente des produits agricole (FCFA)</i>	115
<i>Tableau 18 : Lieux d'accueil en hivernage d'éleveurs Peuls du waalo (communauté rurale de Mbane)</i>	125

1 INTRODUCTION GENERALE

Origine du projet : De Maeva à DOMINO

L'origine du projet DOMINO (Démarche Objet Multi-site pour l'Analyse des Interactions entre Niveaux d'Organisation) se trouve dans les réflexions menées depuis 2001 autour du programme Maeva (modélisation d'interactions pour l'étude de la viabilité des anthroposystèmes). « Modéliser une île », tel en était l'objectif ambitieux. Il s'agissait d'analyser la viabilité et la cohérence des choix stratégiques faits à la Réunion en considérant les interactions dynamiques entre systèmes sociaux et systèmes écologiques pour l'appropriation et l'usage de ressources en situation critique (foncier, eau, déchets). Etudier les modes de gestion de ces ressources devait notamment s'appuyer sur l'analyse de la cohérence des plans de développement des différents secteurs d'activités. En plus de la conceptualisation et de la modélisation des dynamiques écologiques et sociales en interaction, un objectif d'appui à la décision publique était également affiché.

Plusieurs raisons expliquaient le choix de la Réunion comme site d'étude privilégié :

- la Réunion est un espace insulaire où l'on peut relativement bien connaître les entrées (importations) et les sorties (exportations) ;
- elle présente une grande diversité écologique et des dynamiques sociales contrastées sous l'influence, notamment, d'une très forte croissance démographique ;
- l'imbrication de différents secteurs d'activités (agriculture, urbanisation, industrie, tourisme...) est omniprésente et potentiellement génératrice de conflits ;
- il y existe un dispositif de recherche relativement important (Cirad, Université, Ifremer, Institut de Recherche pour le Développement (IRD)...) et des données relativement abondantes et accessibles ;
- il existe une forte demande des collectivités locales (Région, Département) et des services de l'Etat pour une aide à la décision en matière de politique publique de développement dont les problèmes se posent à l'échelle de l'île entière.

Mais lors des réflexions relatives au projet Maeva, il a été demandé de « garantir, autant que faire se peut, la transposition des résultats du programme Maeva sur d'autres terrains (notamment dans les pays du Sud), en veillant à bien mettre en évidence ce qui est générique et transférable à d'autres zones géographiques » (cf. compte rendu de la Réunion Maeva du 03/09/03).

Après l'affectation de Grégoire Leclerc au Sénégal en 2003, et d'Aurélien Botta et William's Daré à la Réunion en 2004, nous nous sommes appropriés les enjeux du programme Maeva et avons construit l'Action Transversale Programmée (ATP) DOMINO comme sa première étape. Nous avons d'emblée choisi de questionner la genericité des approches et outils en appliquant la même démarche sur deux terrains contrastés.

Lors du montage du projet au Sénégal, l'un des chercheurs CIRAD de l'ATP, affecté à l'Université Gaston Berger de Saint Louis, a proposé la région du lac de Guiers comme un espace où la problématique de l'ATP se manifestait avec acuité, et qu'il avait commencé à étudier. Des échanges avec un expert (Dr Adrien Coly) de la zone a confirmé ce choix.

Le projet DOMINO avait pour but d'aider à améliorer la coordination entre des centres décisionnels par la co-construction de modèle de représentation de leur anthroposystème¹. Notre hypothèse est qu'en **utilisant le modèle de manière réflexif, les discussions entre les porteurs d'enjeux sur le modèle à propos de leurs pratiques de gestion des territoires et des ressources naturelles doivent permettre de faciliter l'échange de leurs multiples points de vue et d'explicitier les intérêts et enjeux de chacun d'eux**. Ainsi les objectifs assignés au projet étaient triples :

- 1- Construire des outils pertinents d'aide à la discussion avec les acteurs intervenant à différents niveaux d'organisation sur les questions d'aménagement du territoire.
- 2- Mettre ces outils à la disposition des décideurs pour qu'ils puissent les aider dans les choix politiques qu'ils auront à réaliser.
- 3- Tester la généricité de la démarche, des modèles et autres outils entre un Pays en développement (PED) et un Département d'outre-mer français (DOM).

Pour ce faire, nous avons proposé, dans le cadre de l'ATP DOMINO, de construire avec les acteurs de l'aménagement du territoire réunionnais des outils d'accompagnement permettant par la prospective d'analyser les modes de gestion des terres. Elle constituait une première étape, d'une durée de trois ans, de la réflexion sur les interactions entre dynamiques écologiques et dynamiques sociales pour la gestion des ressources et du territoire.

Une démarche de modélisation pour accompagner les acteurs de la gestion des territoires et des ressources naturelles

Les systèmes en jeu dans la gestion des territoires sont complexes, évolutifs et incertains. Complexes, ils impliquent plusieurs dynamiques en interaction : au minimum des dynamiques sociales et des dynamiques liées à l'évolution de l'environnement et des ressources. Pour rendre compte des systèmes de gestion de l'espace, il faut donc considérer les interactions entre les sociosystèmes et les écosystèmes artificialisés ou naturels du territoire et évoluant avec le temps sous l'effet de facteurs externes et/ou internes au système (Blandin *et al.*, 2004). Evolutifs, en ce que leur contexte et les éléments propres du système sont en perpétuelle évolution. Incertains, parce que les phénomènes climatiques, naturels ou macroéconomiques régissant l'évolution du contexte sont souvent imprévisibles et que les dynamiques engendrées sont interdépendantes ; leur représentation et leur compréhension ne pouvant pas s'inscrire dans des espaces spécifiques mais devant intégrer les effets induits. En effet, les modes de gestion concertée ont fait apparaître de nombreux acteurs aux enjeux, perceptions, représentations, types de savoirs multiples et hétérogènes rendant d'autant plus incertaine la prise de décision politique (Callon *et al.*, 2001).

La modélisation permet d'appréhender ces systèmes complexes caractérisés par la multiplicité des interactions, des échelles et des temporalités qui doivent être considérées pour représenter leurs structure et dynamiques. Cependant, l'une des principales difficultés de la démarche de modélisation des anthroposystèmes réside dans la validation des processus représentés, puisqu'il n'existe pas de procédures claires de validation intégrant les systèmes sociaux et leur environnement (Axelrod, 1997; Peters *et al.*, 1998). Plus précisément, il n'existe pas de procédures *a priori*, elles sont tributaires du contexte dans lequel elles se développent.

¹ On entend par anthroposystème l'ensemble des écosystèmes et sociosystèmes en interaction sur un espace donné, le fonctionnement de l'anthroposystème comprend donc les dynamiques sociales et environnementales ayant lieu sur cet espace.

Aussi, nous nous sommes concentrés non tant sur le modèle mais sur la construction sociale de cet objet par une communauté qui réunit des chercheurs de différentes disciplines, des acteurs producteurs d'information et des utilisateurs (gestionnaires et décideurs). C'est donc sur une certaine pratique de modélisation qu'a porté notre regard, la modélisation d'accompagnement adoptée par le groupe ComMod et d'autres chercheurs (Collectif ComMod, 2005 ; Walker et al., 2002 ; Argent et Grayson, 2003).

La modélisation d'accompagnement est une posture scientifique qui caractérise une recherche « impliquée » dans le Développement. La démarche consiste en des allers-retours entre les théories et les terrains d'étude. La confrontation continue et itérative entre ces deux pôles permet de construire des modèles dont les hypothèses sont susceptibles d'être remises en question par le terrain. Pour cela, ces hypothèses doivent être clairement explicitées. Les résultats de ces recherches doivent pouvoir être reconnus, critiqués, amendés par la communauté scientifique. Le terrain est impliqué dès les premières étapes de la construction des modèles. S'appuyant sur une démarche patrimoniale (Mermet, 1992; Ollagnon, 1989; Weber et Bailly, 1993), le groupe ComMod considère que le futur n'est pas prévisible mais qu'il est en partie décidable. Le chercheur adoptant cette posture scientifique accompagne les parties prenantes lors de la négociation² et ainsi s'intéresse plus au processus de décision qui aboutira, pas à pas, à l'établissement d'une solution acceptée, légitimée et viable. L'adoption de cette posture scientifique pose cependant certaines difficultés de mise en œuvre lorsque la co-construction de modèles est envisagée avec des acteurs intervenant dans des registres sociaux et spatio-temporels différents, avec des intérêts particuliers parfois antagonistes.

Une démarche de modélisation des interactions intra et inter-niveaux d'organisation dans un contexte de gestion décentralisée des ressources et des territoires

La gestion centralisée des ressources naturelles a montré ses limites (Dolfus et al., 1999). Depuis plusieurs décennies, les décentralisations initiées en France et au Sénégal visent à mieux associer les citoyens aux prises de décisions les concernant (Dubosc, 2001; Salles et Zelem, 1998). Cependant, cette transition politique n'est pas encore achevée (Aquino (d'), 2002) notamment faute de moyens permettant aux collectivités locales de penser la gestion durable de leurs ressources naturelles (Berthomé et Mercoiret, 1993; Pecqueur, 1989). Ainsi, la multiplicité des pouvoirs, activités et échelles à considérer rend la prise de décision extrêmement complexe. La diversité des intérêts en jeu provoque des incohérences entre décisions et pratiques engendrant des tensions sur les ressources.

Les ressources naturelles utilisées, gérées, ou encore régulées sont multiples sur un même territoire. Cela renforce d'autant la complexité de l'anthroposystème étudié. Conscients que nous ne pourrions pas embrasser la totalité de cette complexité, nous avons choisi de nous focaliser, dans le cadre de l'ATP DOMINO, sur une ressource principale : la terre, et un seul aspect de sa gestion, l'affectation³.

L'originalité des activités de recherche menées ici est plurielle. Elle réside dans l'application d'une démarche de modélisation d'accompagnement à une réflexion sur les liens entre niveaux d'organisation, et la construction conjointe d'une même méthodologie sur deux sites contrastés : un département d'outre mer, la Réunion et un pays en développement, le Sénégal, tout deux mettent en œuvre une politique de gestion décentralisée de leur territoire. Bien que

² Cette position constructiviste de la négociation permet d'en suivre pas à pas le déroulement (Le Moigne, 1994).

³ Affectation est le terme le plus générique qui recouvre l'attribution, l'utilisation, la régulation, et la possession (cf lexique en annexe).

le projet se focalise sur les aspects multiéchelles, il ne peut ni ne doit s'affranchir des interactions existant au sein d'un même niveau d'organisation (entre secteurs d'activités ou entre usagers différents d'une même ressource)⁴. Enfin, il ne s'agit pas ici de faire une comparaison des deux terrains Réunion et Sénégal, mais bien d'y appliquer une même démarche de recherche en parallèle et d'analyser les conditions de sa mise en œuvre.

La suite de ce rapport est organisée en trois parties. Les deux premières décrivent le contexte, la mise en application de la démarche DOMINO et les résultats spécifiques obtenus sur les sites Réunion (chapitre 2) et Sénégal (chapitre 3). Dans la troisième partie (chapitre 4), nous discutons des conditions et limites de l'approche générique suivie.

⁴ Ce n'est cependant pas là que se trouve l'originalité principale de notre proposition puisque d'autres travaux au sein du groupe ComMod ont depuis abordé cette question des liens intra-niveaux

2 ÎLE DE LA REUNION

2.1 INTRODUCTION

Sur les 252 000 ha que comptent l'île de la Réunion, 20% sont occupés par de l'agriculture, 34% par des espaces naturels boisés, 10% par des logements, 21% par des espaces non exploités (type landes ou friches) et le reste (15%) est non exploitable au sens d'Agreste (Département Réunion 2005). Seules les espaces non exploitables sont actuellement stabilisés, les autres modes d'occupation étant en évolution plus ou moins rapide, aussi la question du type de valorisation du foncier est-elle devenue cruciale sur cet espace convoité.

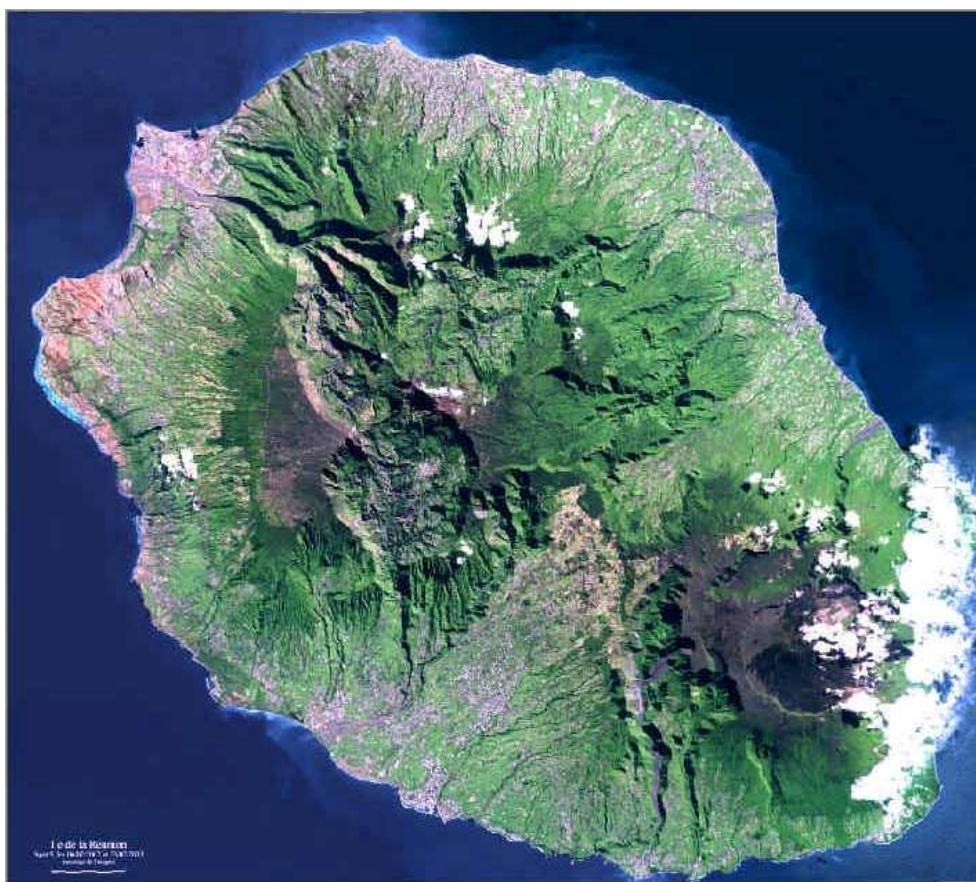


Figure 1 : La Réunion vue par le satellite SPOT

Avec une croissance démographique prévue de 33% sur vingt ans (950 000 habitants en 2020 contre 710 000 au dernier recensement de 1999), c'est près de 7 000 ha qui devraient être mobilisés pour répondre à la demande de logements avec l'hypothèse d'une urbanisation rationnelle. Or, selon les estimations présentées au séminaire des Cahiers de l'agriculture en juin 2005, les réserves foncières dédiées à l'urbanisation constituent seulement 1 100 ha. La projection des besoins supplémentaires de foncier des différentes filières agricoles se déclinent comme suit : 3 400 ha pour la canne, 2 500 ha pour l'élevage et 750 ha pour les autres filières (maraîchage, arboriculture, etc.). Ces extensions devraient pouvoir être majoritairement réalisées sur des terres actuellement en friches (Cahiers de l'agriculture, 2005). Toutefois, dans la dynamique actuelle, le foncier qui était dévolu à l'agriculture et aux espaces naturels est progressivement grignoté par le développement anarchique de l'urbanisation. Comment alors mettre en œuvre une politique foncière d'aménagement du

territoire durable qui prenne en compte les besoins croissants des différentes activités consommatrices de foncier dans un espace limité par définition (une île) ?

Cette question est d'autant plus d'actualité à La Réunion que les dispositifs réglementaires de planification de l'aménagement du territoire aux différentes échelles de gestion depuis la commune jusqu'à la région en cours de révision ou déjà mis en place, faisant appel à des processus de concertation entre les multiples acteurs concernés comme le préconise la Loi SRU (Solidarité et Renouvellement Urbain) de 2000. Or dans ces dispositifs de concertation les besoins en logements s'expriment de manière criante alors que les élus ne disposent pas des moyens financiers nécessaires pour répondre à cette demande du monde urbain. Les prix du foncier constructible ont doublé en 5 ans (Agorah, 2007), et la construction de logements à loyers modérés a stagné (2 500 logements sociaux à la fin des années 1990, contre 900 en 2007⁵). Dès lors, se développent en plus des constructions légales des constructions illégales (sans que des permis de construire ne soient autorisés). Le nombre de ces dernières varient selon les sources de 1 000 à 3 000 par an. Les élus impuissants ont longtemps fermé les yeux mais se retrouvent par la suite confrontés aux coûts élevés de raccordement de ces maisons aux infrastructures urbaines élémentaires (voiries, accès à l'électricité, au réseau d'assainissement, transports urbains, etc.). La réponse à la croissance démographique et aux besoins en logements n'est plus dans la tolérance d'un étalement urbain réfléchi ou anarchique mais dans la planification d'une densification raisonnée de l'habitat urbain permettant d'éviter le mitage et les risques d'une ghettoïsation.

Par ailleurs, l'agriculture réunionnaise fait partie du patrimoine économique et culturel de l'île. Les modifications récentes de la structure de financement des activités agricoles ont remis en question le modèle de développement agricole précédemment promu. Les besoins des filières agricoles sont estimés à près de 50 000 ha (Cahiers de l'agriculture, 2005), dont 30 000 ha sont présentés comme nécessaires pour assurer la rentabilité des deux dernières usines sucrières en considérant une production annuelle de 2,5 millions de tonne de canne à sucre par an (Caro Canne, 2006). Après une période de chute de l'activité agricole, les superficies agricoles exploitées tendent à se stabiliser. Mais cette stabilisation ne doit pas cacher la réalité de la disparition d'une partie de la population agricole. Celle-ci s'explique notamment par la concentration de certains types d'exploitations agricoles qui drainent de mieux en mieux les subventions et augmentent leurs rendements et leurs superficies. Mais dans le même temps on assiste à une précarisation de l'« autre agriculture », celle constituée par des exploitations non viables (au sens du schéma des structures) et difficilement cessibles à un repreneur au moment de la retraite du chef d'exploitation. Ces agriculteurs ont bien essayé de s'adapter, de modifier leur structure de production, de développer de nouvelles stratégies pour limiter les risques, mais les conditions de plus en plus difficiles rendent aujourd'hui toute pérennisation de leur exploitation quasi impossible. Dans ce contexte défavorable, les parents n'incitent pas nécessairement leurs enfants à reprendre l'exploitation familiale. De plus, l'augmentation du prix du foncier rend quasi impossible l'accès à un foncier constructible pour les jeunes favorisant ainsi des processus de décohabitation, voire de déprise agricole pour favoriser le déclassement d'un terrain et réaliser une plus value financière inestimable ! Enfin, en ce qui concerne les interactions entre les filières agricoles, on assiste soit à des relations de complémentarité comme cela est en train de se développer entre la canne et l'élevage avec l'épandage des lisiers et fumiers dans certaines zones cultivées, soit d'ignorance, les maraîchers ne souhaitant pas recevoir ces résidus d'élevage par

⁵ « La Réunion peut-elle rattraper son retard en matière de logements sociaux », Clicanoo édition électronique du Journal de l'Île de la Réunion, article publié le 7 avril 2008, http://www.clicanoo.com/index.php?page=article&id_article=179040.

peur d'une dégradation de l'image de leurs produits, soit encore, une franche hostilité entre les éleveurs divagants dans les forêts de l'Office National des Forêts, ONF (principal gestionnaire des plantations d'arbre de l'île) par exemple.

Enfin, près d'un tiers de l'île est encore couvert de végétation indigène et contient des espèces endémiques. La Réunion fait partie, avec Maurice et Rodrigues, des 25 zones mondiales repérées par l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN) pour leur exceptionnelle biodiversité. Ce patrimoine naturel se concentre dans des espaces escarpés difficilement exploitables. Mais une partie non négligeable se trouve menacée par l'extension de l'emprise spatiale d'activités agricoles ou urbaines notamment dans les bas, en limite haute des mi-pentes et dans les fonds de cirques. Il reste 60% des forêts de montagne originelles mais seulement 1% des forêts humides de basse altitude (d'après Cadet, 1980 et Strasberg et al., 2005). L'extension des milieux anthropiques entraîne la destruction directe d'une partie des habitats naturels mais également leur fragmentation, mettant par la même en péril leur intégrité écologique. Afin de protéger cette richesse, la création d'un parc national de nouvelle génération a été validée en mars 2008. Cette structure cogérée par l'Etat, les collectivités locales et des socioprofessionnels distingue deux zones : une zone centrale à vocation de protection, de découverte et de partage (le cœur de l'île) et une zone périphérique de soutien au développement durable. Cette deuxième zone sera donc un espace où habitat, aménagement, activités et valorisation du patrimoine naturel vont devoir cohabiter. Il faut cependant remarquer que le Parc National de la Réunion concerne les Hauts et non les reliquats d'espaces naturels dans les bas de l'île.

Ainsi, la gestion cohérente du foncier de la Réunion supposerait de coordonner des objectifs fonciers souvent pensés sans prendre en considération leurs implications aux échelles supérieures ou inférieures malgré les différents dispositifs réglementaires mis en place.

Dans ce contexte d'interpénétration des modes d'occupation du foncier, la problématique du projet DOMINO, initié par le Cirad ayant mandat des questions de recherche dans le monde agricole, s'est intéressé au devenir du foncier agricole sous ces différentes contraintes. Cependant, la prise en compte de la complexité de cette question et de celle plus globale de l'aménagement du territoire réunionnais a nécessité de dépasser le mandat traditionnel du Cirad à la Réunion.

2.2 METHODOLOGIE

Rappelons les termes de la méthodologie énoncés dans le projet d'ATP : « Une unique démarche de recherche sera appliquée en parallèle sur les deux zones d'étude. Il s'agit de mener une démarche méthodologique qui soit impliquée dans un processus de développement territorial régional, tout en respectant les conditions d'une recherche hypothético-déductive. Les modèles obtenus doivent non seulement représenter les aspects souhaités de la réalité mais aussi être compris, partagés et utilisables par les acteurs de terrain. » (Projet d'ATP DOMINO, 2004).

Ancrée dans le contexte local, nous avons conscience que notre méthodologie commune au Sénégal et à la Réunion allait nécessairement devoir s'adapter à nos terrains. Il s'agit ici après avoir présenté la méthodologie initiale et celle effectivement suivie d'en expliquer les évolutions à la Réunion.

2.2.1 De la méthodologie commune prévue à celle réalisée à la Réunion

Méthodologie initialement prévue (cette partie s'applique aux deux sites de la même manière)

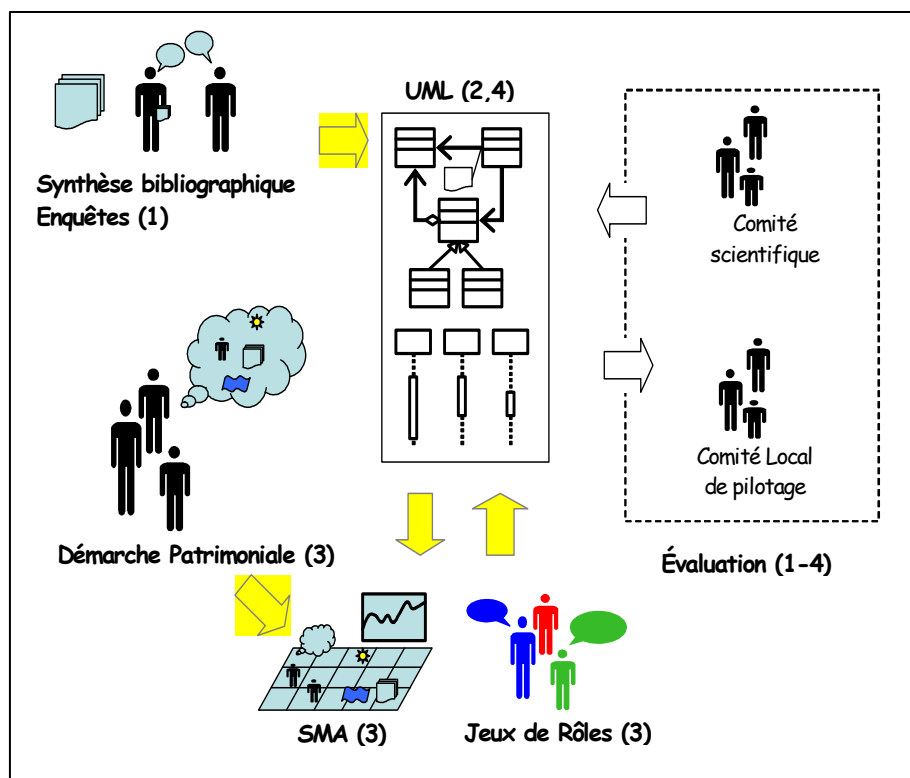


Figure 2 : Méthodologie DOMINO initialement prévue sur chacun des sites.

Notre méthodologie établie pour les deux terrains s'articulait autour de quatre grandes phases :

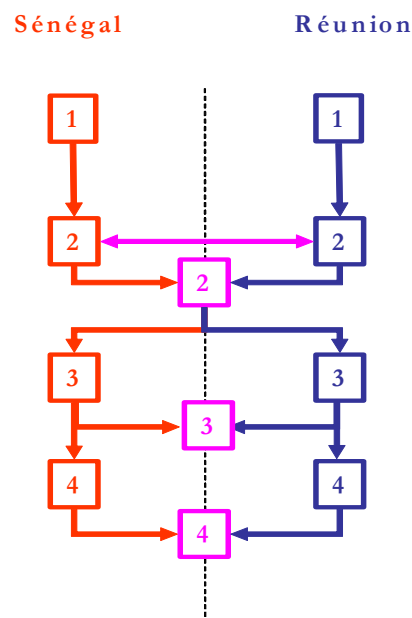
- Phase 1 : synthèse des connaissances des anthroposystèmes, des niveaux d'organisations écologiques et sociaux impliqués dans l'affectation des terres, des modes de prise de décision, et des contraintes.
- Phase 2 : synthèse des informations sous la forme d'un modèle conceptuel⁶ générique permettant d'adresser la problématique commune d'affectation des terres.
- Phase 3 : implémentation du modèle sur chacun des sites d'étude lors de séances de travail réalisées avec les acteurs de terrain. La démarche patrimoniale pourra être mobilisée pour mettre les acteurs en situation de prospective en s'appuyant notamment sur des outils tels que les Systèmes Multi-Agents (SMA), des jeux de rôles ou des focus group.
- Phase 4 : retour sur l'approche générique lors d'un séminaire d'échange entre les deux sites.

⁶ Le modèle conceptuel décrit la logique du système étudié, son implémentation sous la forme d'un modèle informatique ou d'un jeu de rôles vise à mettre en dynamique cette logique.

L'ensemble de ces quatre phases devait faire l'objet d'une évaluation chemin-faisant par la mise en place d'un comité local de pilotage et d'un comité scientifique commun aux deux sites.

Par ailleurs, pour se donner les moyens de suivre une méthodologie commune tout en intégrant les adaptations liées à la spécificité des contextes locaux, nous avons prévu trois séminaires d'échange entre les équipes des deux sites dans les phases 2, 3 et 4. Le séminaire de la phase 2 devait être précédé d'une réunion par le système de visioconférence à trois sites (Métropole, Réunion et Sénégal) (cf. Section 4.2.1).

Figure 3 : Les étapes du projet DOMINO à la Réunion et au Sénégal



Méthodologie réalisée à la Réunion

Présentons maintenant les modifications de la méthodologie à la Réunion (pour son évolution au Sénégal, voir 3.2)

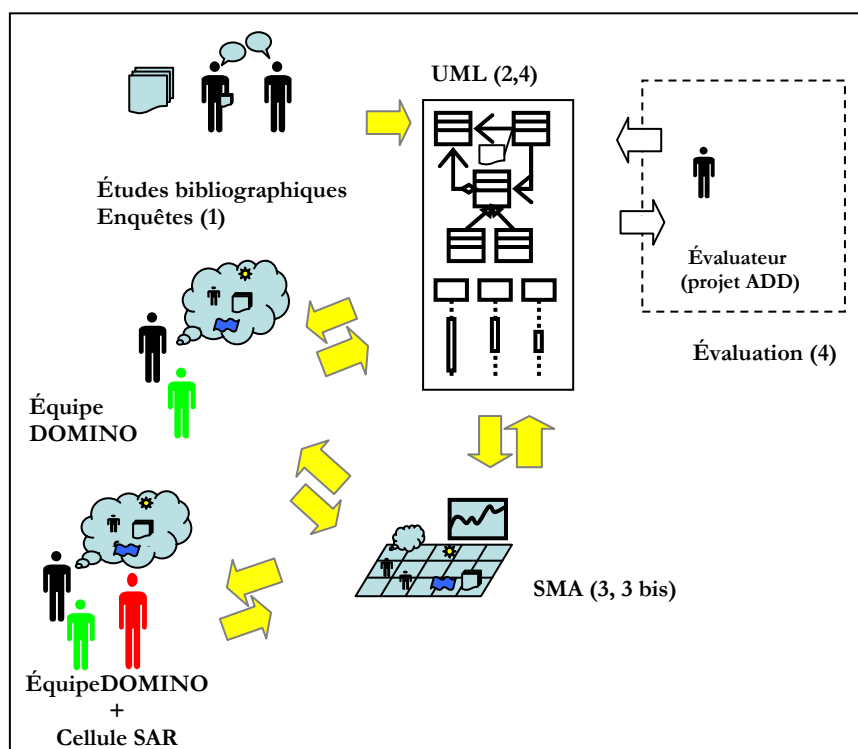


Figure 4 : Les phases du projet DOMINO à la Réunion
(La couleur des personnages indiquent en noir, les scientifiques du projet, en vert, les agents de développement et en rouge, les utilisateurs)

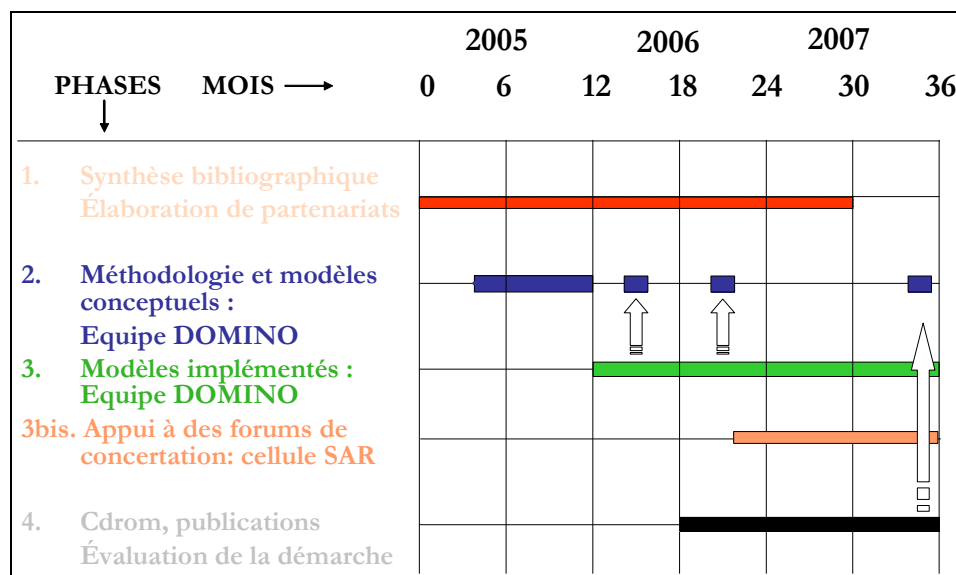


Figure 5 : Chronogramme du projet DOMINO à la Réunion

La phase 1 s'est appuyée sur plusieurs techniques de collecte d'information : analyse bibliographique, observation de terrain, participations aux nombreuses réunions de concertation sur l'aménagement du territoire réunionnais, mise en place d'enquêtes spécifiques sur la dynamique du foncier agricole du point de vue des agriculteurs, lecture et analyse comparée de documents de planification territoriale établie aux différentes échelles du territoire (cf.2.3). Dès cette phase, nous nous sommes attachés à construire le partenariat local avec les chercheurs de l'Université de la Réunion et avec des partenaires de développement afin de constituer l'équipe DOMINO-Réunion. Cette phase a donc été plus longue que les 6 mois initialement prévus dans le projet, les études venant combler des manques d'information apparus lors des phases 2 et 3.

La phase 2 a été initiée par une formation UML-AGR (Unified Modelling Language et Agent Group Rôle), deux langages de formalisation devant être utilisés pour la conceptualisation du modèle générique. Ce séminaire a rassemblé à Montpellier des membres des équipes DOMINO Sénégal, Réunion et Métropole. Le formalisme UML a été employé pour construire le modèle spécifique à la Réunion avec l'ensemble des membres de l'équipe DOMINO Réunion.

Un premier prototype (DOMINO-SMAT ou DS) a ensuite été implémenté lors de la phase 3 nécessitant parfois des allers-retours avec le modèle conceptuel. Le prototype construit a évolué dans l'interaction avec les partenaires de l'équipe DOMINO mais également dans sa phase d'utilisation.

Une phase 3bis est ici apparue. Après implémentation du prototype et afin de répondre à l'objectif 2 d'accompagnement aux décisions d'aménagement du territoire, nous avons proposé nos services à la Cellule de révision du Schéma d'Aménagement Régional (SAR). Une phase de modification du modèle implémenté a été réalisée afin de prendre en compte le point de vue de la Région. DS est devenu DS-SAR et a été utilisé dans les espaces de concertation pour la révision du SAR.

La phase 4 d'évaluation a bien eu lieu mais n'a pas été réalisée avec la mise en place d'un comité scientifique et d'un comité de pilotage. En effet, lors de la réunion de lancement du projet, la mise en place d'un tel dispositif de suivi-évaluation avait été jugée chronophage risquant de nous éloigner de nos objectifs (cf. compte rendu du 08/07/05). Pour y pallier, la présentation de nos résultats lors des comités techniques annuels qui rassemblent l'ensemble des partenaires du Cirad Réunion avait été considérée comme suffisante. Nous avons alors demandé à avoir une évaluation extérieure en fin de projet en relation avec le projet ADD ComMod. Enfin concernant la valorisation, plusieurs communications et publications ont été réalisées (cf. liste des documents produits en annexe).

Deux éléments expliquent principalement ces divergences vis-à-vis de la méthodologie commune initialement prévue :

- l'importance accordée au partenariat et à sa place centrale dans la démarche ;
- la nécessité d'adapter la démarche de modélisation des interactions entre niveaux d'organisation aux enjeux locaux de l'aménagement du territoire.

Nous nous proposons donc de revenir maintenant plus précisément sur le montage du partenariat et sur la démarche de modélisation

2.2.2 Partenariat et démarche de modélisation

2.2.2.1 Montage d'un partenariat de recherche-développement

Lors de l'élaboration du projet, nous avons affiché l'objectif de réaliser une recherche impliquée. Nous avons donc associé dès la première année des partenaires de recherche et de développement pour traiter de la question du foncier agricole et de sa place dans l'aménagement du territoire réunionnais.

Cette posture méthodologique ne s'explique pas uniquement au regard des principes de la charte de la modélisation d'accompagnement (ComMod, 2005). Le contexte institutionnel du Cirad à la Réunion justifie également ce choix méthodologique. En effet, jusqu'à présent, le Cirad-Réunion n'avait pas encore travaillé sur des problématiques d'aménagement du territoire lisibles en dehors de ses partenaires du monde agricole (Piroux *et al.*, 2006 ; Piroux *et al.* 2004). Travailler sur l'aménagement du territoire dans son ensemble a donc nécessité de se construire une légitimité scientifique au niveau de l'île permettant ensuite de dépasser le cadre des partenaires classiques du Cirad.

Ce préambule étant posé, voyons maintenant quels ont été les partenaires du projet DOMINO à la Réunion.

Chronologie de la construction du partenariat.

NB : Il s'agit ici de présenter les événements forts qui ont permis la construction du partenariat à la Réunion.

L'année 2004 de construction du pré-projet DOMINO a été consacrée à l'identification des partenaires scientifiques pertinents et intéressés par la problématique. Une fois le projet approuvé en 2005, des premières réunions mensuelles ont été organisées afin de stabiliser le partenariat scientifique avec les chercheurs du Cirad et de l'Université de la Réunion (Centre de Recherches et d'Etudes en Géographie de l'Université de la Réunion (CREGUR) et Institut de Recherches en Mathématiques et Informatique Appliquées de l'Université de la Réunion (IREMIA)).

Ce n'est qu'au milieu du second trimestre 2005 que les partenaires de développement (Chambre d'Agriculture (CA) et Association de Promotion en milieu Rural (APR)) ont été invités à participer au projet, le Comité de Pilotage de la Canne (CPC) n'ayant officiellement intégré le projet que début 2006 intéressé par les outils implémentés en cours de développement.

Réunis lors d'un atelier d'échanges intersites en août 2006, l'« équipe DOMINO-Réunion » ainsi constituée a décidé que le projet était maintenant suffisamment mûr pour entrer dans l'arène politique réunionnaise de l'aménagement du territoire. Une stratégie d'approche de la cellule de révision du SAR a donc été mise en place afin de passer à la phase d'utilisation des outils développés. La fin de l'année 2006 et le début de l'année 2007 ont donc été l'objet de réunions régulières (à un rythme mensuel voire bi-hebdomadaire) organisées par la Cellule SAR avec ses bureaux d'études, le CREGUR, le CPC et le Cirad pour intégrer les éléments de scénarisation auxquels ils avaient réfléchi. Enfin la restitution publique des fruits de cette collaboration a eu lieu en mars 2007.

Analyse de l'équipe DOMINO Réunion et de ses partenaires

Les partenaires impliqués dans le projet ont été invités à nos réunions de lancement à partir de l'analyse que nous avons faite des dispositifs de concertation sur la thématique de l'aménagement du territoire. C'est donc essentiellement par cooptation que le partenariat scientifique et de développement s'est construit. C'est ainsi que l'on observe la présence de partenaires scientifiques ou de développement dont les thématiques de recherche ou les activités relèvent de questions urbaines (CREGUR), agricoles (Cirad, CA, CPC et APR), environnementales (Cirad essentiellement) ou purement informatique (IREMIA).

L'analyse du partenariat ainsi constitué montre que nos partenaires, qu'ils soient de recherche ou de développement, interviennent à plusieurs niveaux d'organisation depuis l'échelle micro (locale) jusqu'à l'échelle régionale. Par exemple, l'APR intervient à l'échelle de micro-territoires des Hauts et mène parallèlement une réflexion globale sur l'aménagement des territoires des Hauts et leur place au sein de l'espace régional. Ainsi le choix méthodologique s'est porté vers l'implication d'acteurs représentant des enjeux de niveaux multiples.

Il faut noter que les partenaires n'ont pas tous le même statut du point de vue du processus de modélisation. Certains sont intervenus dès le début comme la CA, le CPC, l'APR et l'Université de la Réunion. C'est à ce titre qu'ils sont désignés dans la suite de ce rapport comme l'équipe DOMINO Réunion. La Cellule SAR⁷ n'est intervenue que dans un second temps, modifiant les outils développés par l'équipe DOMINO pour les ajuster à ses besoins.

Le tableau suivant décrit les attentes des partenaires telles qu'exprimées soit lors de l'atelier intersite d'août 2006 soit lors des enquêtes d'évaluation en juin 2007.

⁷ Le SAR a été identifié dès l'élaboration du projet comme un des lieux potentiels de planification territorial dans lequel notre démarche pouvait être utile tout comme les SCOT ou les PLU.

	Institution	Attentes exprimées vis-à-vis du projet
Partenaires scientifiques locaux	CREGUR	- Pluridisciplinarité, "croiser les regards" pour des questions transversales et viser en même temps plusieurs partenaires du développement - Possibilités d'ouvrir la discussion à des non spécialistes pour prise en compte de leurs points de vue -> donne de la crédibilité à long terme - Travailler sur les principes d'interaction entre tous les secteurs
	IREMIA	Amélioration et développement de la plateforme Géamas-NG via la réalisation d'applications (SMAT, DOMINO)
	Equipe GERT (GEstion des Ressources et des Territoires) du Pôle Agriculture Durable Environnement et Forêt du Cirad Réunion	- Recherche-développement en modélisation d'accompagnement - Concrétisation du projet MAEVA et constitution d'un thème fédérateur de recherche pour l'équipe GERT - Reconnaissance de compétences en matière de prospective territoriale - Enjeux de financement et d'implication du département Environnement et Société du Cirad à la Réunion - Résultats ATP en termes de complémentarité DOM/PED
Partenaires scientifiques métropolitains	UR GREEN : Gestion des ressources RENouvelables et ENvironnement du Cirad	Développement, test et amélioration de plateforme informatique
	UCO : Université Catholique de l'Ouest	- Formation et encadrement d'étudiants par le biais de stages - Analyse sociologique du positionnement du chercheur en sciences sociales mettant en œuvre « une éthique de responsabilité » dans les démarches de recherche-développement.
Partenaires de développement	CA	Production d'un outil pour aider à la défense du foncier agricole au sein des chartes communale de développement agricole. Mais tension en terme d'échelle d'intervention, d'échéancier d'élaboration avec les Chartes Communales de Développement Agricole => utilisation de l'outil DOMINO envisagée pour aider à la réflexion dans le cadre de l'élaboration du SCOT (Schéma de Cohérence territoriale) pour la communauté de communes du Grand-Sud.
	CPC	Outil permettant de développer un argumentaire pour la protection de la sole agricole en général et de celle de la canne en particulier dans les différents dispositifs de planification territoriale dans lesquels ils interviennent.
	APR	Outil de prospective sur l'aménagement du territoire à l'échelle de l'île : mobilisation pour l'élaboration du modèle conceptuel et relations envisagées avec le SI Observatoire des Hauts.
Partenaires des collectivités territoriales	Cellule de révision du SAR	- Apporter un regard scientifique à l'élaboration du SAR pour compléter les discours technocratiques et dépasser les opinions partisans. - Montrer l'interaction entre les secteurs - Donner une dimension illustrative (cartographie) aux scénarios proposés par la Région

Tableau 1 : Attentes des partenaires de DOMINO Réunion

Voyons maintenant dans le détail comment s'est organisée la démarche de modélisation.

2.2.2.2 Démarche de modélisation

Quatre grandes étapes peuvent être identifiées dans la démarche de modélisation que nous avons suivie. Les trois premières ont été réalisées au sein de l'équipe DOMINO Réunion. La première a visé à construire une représentation commune des éléments de structure d'un modèle intégrant les trois modes principaux d'occupation de l'espace : urbain, agricole et naturel. Dans la seconde, l'attention s'est portée sur chacun de ces trois secteurs et leur

dynamique intrinsèque. La troisième correspond à la phase d'implémentation du modèle multisectoriel et de ses modules urbain, agricole et naturel. La quatrième étape est celle de l'introduction de la modélisation d'accompagnement dans l'arène de révision du SAR.

L'enchaînement de ces différentes étapes est étroitement lié au contexte institutionnel réunionnais. En effet, le suivi des réunions de concertation relatives à l'aménagement du territoire nous a montré que les mêmes acteurs étaient très (voire trop) souvent sollicités sur ce thème en particulier dans le cadre de leurs fonctions. Dès lors, les chercheurs de l'équipe DOMINO ont considéré qu'il fallait avoir au moins un prototype en main pour intéresser les décideurs et pour montrer concrètement l'originalité et l'intérêt de notre démarche et de nos outils vis-à-vis de ce qui était fait par ailleurs. De plus, en cohérence avec les principes de la modélisation d'accompagnement, nous devons faire en sorte que ce prototype soit suffisamment flexible pour être modifié au contact des utilisateurs potentiels.

Co-construction d'un modèle conceptuel multisectoriel

Dans un premier temps nous avons choisi de travailler sur une conceptualisation générale du système incluant les différents secteurs et niveaux d'organisation afin de simplifier la comparaison entre sites prévue en fin de première année de projet. Cette conceptualisation multisectorielle s'est appuyée sur le formalisme UML auquel les partenaires ont été formés dès le premier semestre du projet. Nous avons abouti à une description simplifiée de la structure du système distinguant : les secteurs d'activités associés aux trois grands types de mode d'occupation des sols (agricoles, urbain, naturel), les niveaux d'organisation, et les espaces et acteurs impliqués.

La dynamique n'a pas pu être abordée dans cette première étape. En effet, les désaccords entre partenaires sur le niveau de précision et donc les processus à prendre en compte ont empêché toute avancée concrète sur cet aspect du fonctionnement du système.

Co-construction de modèles conceptuels sectoriels

En début de deuxième année, nous sommes passés d'une approche multisectorielle à des réflexions sectorielles, en raison des difficultés d'animation identifiées la première année et du fait de deux événements spécifiques. D'une part, les participants DOMINO de l'Université avaient développé indépendamment un premier prototype de modèle urbain en utilisant la plateforme SMA de l'IREMIA. D'autre part, les partenaires réunionnais qui n'avaient pas assisté à l'atelier de conceptualisation commune au Sénégal en décembre 2005 (cf. 4.2.1) ne se sont pas retrouvés dans les modifications du modèle conceptuel multisectoriel qui y avait été élaboré.

Nous avons par la suite travaillé en sous-groupes sectoriels (agricole, urbain et naturel) se réunissant mensuellement voire bimensuellement. La cohérence entre sous-groupes était assurée par la présence aux trois groupes d'au moins un des coordonnateurs de DOMINO et du chercheur informaticien en charge de la programmation du prototype DS. Cette conceptualisation a permis d'approfondir la représentation de la complexité de la structure du système et celle de la dynamique des volets naturel et agricole. Le volet agricole notamment a essayé d'intégrer les dynamiques du niveau local au niveau régional mais le manque de connaissances sur des déterminants clé a empêché la finalisation de cette modélisation multi-niveau du secteur. Pour animer cette phase nous avons continué à utiliser le formalisme UML mais également des formalismes plus classiques (autres types de schématisation, textes descriptifs, etc.). Dans cette étape, nous avons également construit et validé collectivement les

informations cartographiques nécessaires pour renseigner ces structures et dynamiques au sein de chaque sous-groupe.

Co-construction d'un prototype implémenté multisectoriel

En milieu de deuxième année, un second informaticien nous a rejoint. Deux options ont alors été envisagées : (1) avancer en parallèle l'implémentation des modèles conceptuels sectoriels à divers niveaux d'organisation, (2) implémenter tout de suite un modèle multisectoriel simple. Nos précédents échanges avec les acteurs de l'aménagement du territoire nous ont amenés à choisir la deuxième option. En effet, la question de la médiation entre secteurs d'activités apparaissait plus cruciale et immédiate que celle de la médiation entre niveaux d'organisation dans un même secteur d'activité. Cette deuxième question est bien évoquée par les acteurs mais les décideurs préfèrent l'évacuer des débats publics, considérant que l'articulation entre documents de planification aux différentes échelles du territoire sera abordée une fois le SAR établi.

Nous avons donc développé DS, un premier prototype multisectoriel d'affectation des terres; prototype qui ne prend en compte que deux niveaux d'organisation spatiale : les cellules unitaires et l'île dans son ensemble. Les seuls acteurs représentés sont des acteurs agrégés à l'échelle de l'île par secteur. Cette implémentation s'est faite sous la plateforme SMA GeaMAS-NG de l'IREMIA, afin (i) de bénéficier des avancées du module urbain notamment en terme de flexibilité vis-à-vis de la résolution spatiale du modèle (Geamas-NG permettant de réaliser des zooms), et (ii) de contenter les attentes techniques de nos partenaires de développement de plus en plus soucieux d'opérationnalité (les échéances relatives aux processus de concertation à propos de l'aménagement du territoire se faisant de plus en plus pressantes).

Mobilisation du prototype DS dans le cadre d'un appui à un espace officiel de concertation : la révision du SAR

Une fois le prototype DS opérationnel, nous avons pu envisager son adaptation à un espace officiel de concertation concernant l'aménagement du territoire. De plus le modèle multisectoriel simplifié montrant la dynamique des grandes tendances d'évolution des modes d'occupation du sol était pertinent à l'échelle de l'île voire d'une intercommunalité mais pas en deçà. Nous avons donc présenté notre prototype au responsable de la Cellule SAR et aux bureaux d'études associés chargé d'animer la révision du SAR.

La démarche participative adoptée pour la révision du SAR se décompose en 3 étapes visant respectivement à l'élaboration d'un diagnostic, de scénarii prospectifs (ou perspectives de développement) et du projet final (document d'orientations). Lorsque l'équipe DOMINO a contacté la Cellule SAR, le processus était au milieu de la 2ème étape. Les principaux leviers de scénarisation avaient été définis lors d'ateliers collectifs en octobre 2006, et à partir de ceux-ci la logique de quatre scénarii prospectifs avaient été construite.

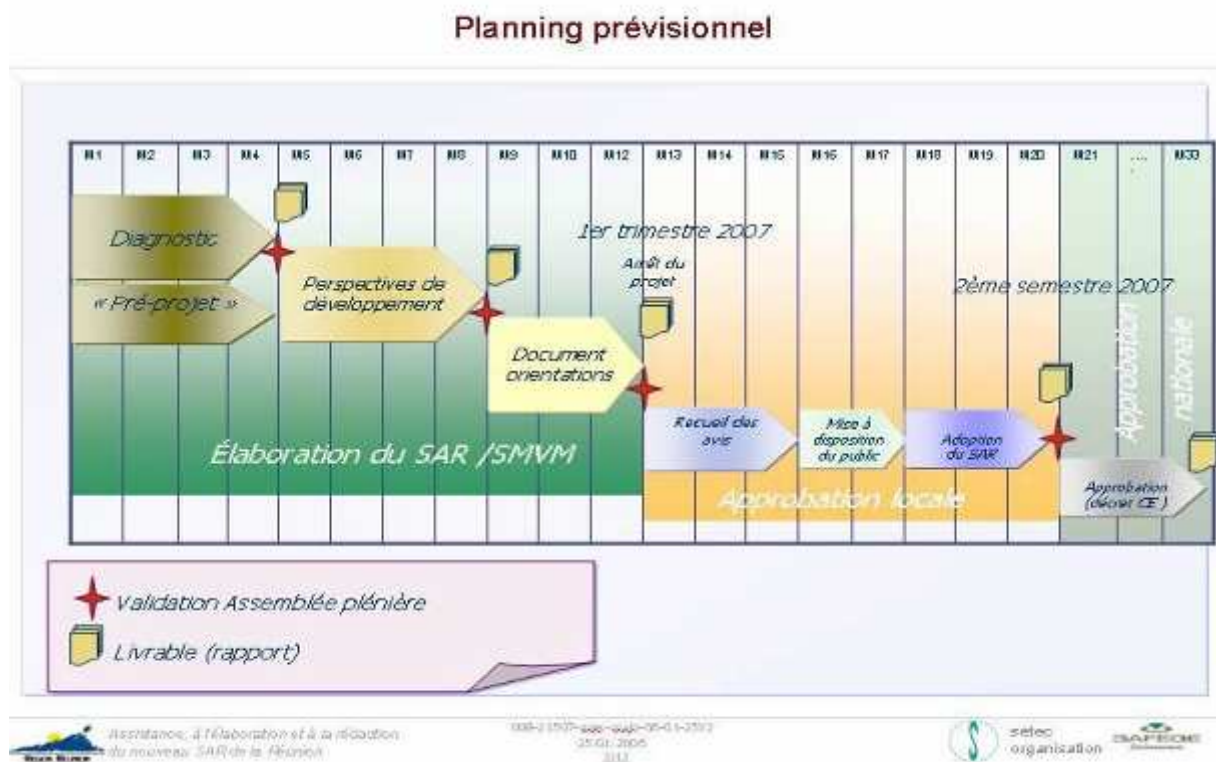


Figure 6 : Programme prévisionnel des étapes de révision du SAR janvier 2005 (extrait du site Internet de la Région)

Pour montrer l'intérêt de notre démarche et de notre prototype, la présentation de DS s'est positionnée en complément de deux autres outils :

- Un modèle de type automate cellulaire adapté de la plateforme Géonamica (cf. section 2.3.2.3) dont la dynamique est déterminée par extrapolation de l'évolution passée de l'occupation des sols. La présentation de cet outil très ergonomique devait susciter l'intérêt des participants pour l'application de la modélisation à la problématique d'aménagement du territoire, mais également pointer du doigt l'aspect peu adaptatif et « boîte noire » de l'outil.
- L'atlas constitué des couches géographiques alimentant le prototype. Ce type de support cartographique étant classiquement utilisé à la Réunion, l'emphase était surtout portée sur la démarche de validation collective des données.

Le prototype a été alors présenté comme un modèle permettant de mettre en dynamique les données de l'atlas. Son intérêt était également d'offrir la possibilité d'intégrer d'autres points de vue que ceux des concepteurs initiaux.

A l'issue de cette présentation, la Cellule SAR a décidé de ne mobiliser que le prototype mais de modifier et d'utiliser ce dernier au sein d'un cercle réduit de participants, à savoir l'équipe DOMINO Réunion, les bureaux d'étude associés à la révision du SAR et des experts choisis ponctuellement par la Cellule SAR sur des questions précises comme l'Agorah.

Du second semestre 2006 au premier trimestre 2007, l'évolution de DS en DS-SAR s'est faite suivant une nouvelle phase de co-construction. En mars 2007, les premiers résultats des scénarios du SAR illustrés notamment à l'aide de DS-SAR ont été présentés en plénière auprès de l'ensemble des acteurs de l'aménagement du territoire réunionnais. De nombreuses critiques ont été émises notamment quant à la représentation des dynamiques du foncier

agricole dans les différents scénarios. Les participants ont cependant souligné l'intérêt de l'exercice de modélisation proposé tout en regrettant pour certains de n'y avoir été associés. Des présentations ont été réalisées par les deux coordonnateurs du projet à la Direction de l'Agriculture et de la Forêt (DAF) et au Conseil Economique et Social de la Réunion afin d'explicitier la démarche de modélisation, les hypothèses du modèle et les limites des simulations.

La plénière de mars 2007 a contribué à une redynamisation des acteurs autour du processus de concertation pour la révision du SAR. Ainsi des groupes de travail thématiques (agriculture, tourisme, développement urbain, espaces naturels, etc.) ont été organisés par la Cellule SAR afin d'améliorer certains points spécifiques des scénarios afin d'aboutir à un projet de territoire. Fin décembre 2007, les travaux des groupes thématiques n'étaient pas encore achevés (cf. 2.4).

2.2.2.3 Bilan sur l'implication des partenaires et la démarche de modélisation

Les partenaires de développement ont été identifiés lors de nos participations aux différents espaces de concertation relatifs à l'aménagement du territoire. Cependant, il apparaît que les méthodes que nous avons pu employer afin de construire la communauté DOMINO (réunions régulières, organisation et animation d'atelier, rédaction et envoi systématique de compte-rendu) n'ont pas toujours permis d'obtenir une implication forte de tous les partenaires. En raison du rythme élevé des réunions, une sélection s'est réalisée de fait, le manque d'assiduité de certains ne permettant pas de suivre de manière suffisamment précise les modifications du modèle obtenues suite aux échanges dans le groupe. D'autres paramètres peuvent expliquer également les niveaux d'investissement différents observés :

- la plus ou moins grande capacité d'abstraction de nos interlocuteurs pour participer aux réflexions sur le modèle conceptuel : cela a été visible notamment au sein du volet agricole que ce soit pour certains chercheurs peu habitués à ce processus de modélisation participative comme de certains partenaires de développement ayant des difficultés à réduire la complexité de leur connaissance dans le modèle ;
- le manque d'adéquation entre les activités quotidiennes d'un partenaire et les réflexions de DOMINO : en d'autres termes, si une personne ne voit pas l'intérêt que peut apporter sa participation à DOMINO dans ses activités au sein de son institution, alors le projet impose une charge de travail peu compatible avec son travail quotidien. C'est ce qui explique notamment la faible présence de la CA dans les réunions DOMINO, la responsable se rendant compte que l'échelle de travail de DOMINO n'était pas compatible avec l'apport attendu au sein des chartes de développement agricole ;
- la difficulté des partenaires à déterminer leur intérêt à participer à DOMINO ;
- des erreurs d'animation des réunions. Notamment, longtemps il a été considéré que l'envoi des comptes-rendus était suffisant pour mettre à niveau les partenaires. Or peu les lisaient. Dès lors, il a été nécessaire d'adapter nos techniques d'animation notamment en commençant chaque nouvelle réunion par un rappel détaillé des conclusions de la précédente.

Notons que le montage de partenariat s'est également appuyé sur la production d'objets intermédiaires (diagramme UML, prototype, support d'animation, etc.) avec des objectifs différents permettant de fait d'accrocher, de sensibiliser, bref de créer le sentiment

d'appartenance à la « communauté des membres de DOMINO ». La participation aux réunions de travail a été de ce fait essentielle. Les principes de leur animation permettant l'expression et l'échange de points de vue entre des acteurs ayant des visions différentes de la place de leur activité au sein de l'aménagement du territoire réunionnais et donc sa prise en compte dans le modèle. Nous sommes ainsi pas à pas arrivés à une représentation assez bien partagée de l'anthroposystème réunionnais et à un modèle approprié pour traiter de l'affectation des terres à l'échelle de l'île.

Enfin, faisant face aux mouvements individuels au sein des institutions présentes dans DOMINO, la méthodologie de construction du partenariat a dû s'adapter, répondant ainsi aux principes même de la modélisation d'accompagnement. Mais le changement d'interlocuteurs au sein d'une même institution voire la disparition de deux institutions partenaires au cours des trois années de projet, pose les questions de la pérennisation du partenariat et celle du transfert de la démarche.

2.3 RESULTATS

Nous avons regroupés les résultats obtenus sous deux sections. La première retrace les différentes études de contexte réalisées à la Réunion. Nous avons orienté nos études pour qu'elles éclairent des points obscurs des nombreuses études existantes quant aux dynamiques d'interactions sociales, politiques ou juridiques affectant le foncier agricole. La présentation de ces études suit le format scientifique Contexte/Méthode/Résultats/Conclusion, la conclusion étant toujours organisée autour d'une discussion sur les apports de l'étude à la problématique DOMINO ou aux outils développés. La seconde section présente les différents modèles et outils construits au cours de ces trois années. Le format de présentation est adapté des principes de génie logiciel : Analyse des besoins/Conception et Implémentation/Tests et maintenance.

2.3.1 Etudes de contexte

La première étude de contexte dresse le bilan des différents documents réglementaires d'urbanisme. Elle visait à caractériser les cohérences et incohérences de documents qui, selon le principe de subsidiarité, devraient s'imposer les uns aux autres. Les trois autres études se focalisent sur les jeux d'acteurs autour de l'avenir du foncier agricole. Nous commençons par l'analyse de décideurs politiques afin de montrer toutes les spécificités réunionnaises de la prise de décision relative à l'aménagement du territoire. Nous poursuivons par deux études éclairant les jeux d'acteurs du monde agricole et leurs enjeux fonciers au niveau individuel, puis au niveau collectif au sein des Chartes de développement agricole.

2.3.1.1 Analyse des documents réglementaires traitant de l'affectation des terres⁸

Contexte : Présentation des documents

A la Réunion, trois types de documents réglementaires d'urbanisme traitent directement de l'affectation des terres : le SAR, les SCOT et les Plan Locaux d'Urbanisme ou PLU (ceux-ci ayant remplacés les anciens Plan d'Occupation des Sols ou POS). Ils correspondent respectivement aux trois niveaux d'organisation territoriale de l'île suivants : la région, les microrégions et les communes. Toutes les communes et microrégions de l'île sont dotées d'un document de planification locale ou sont en voie d'en adopter un (cf. Figure 7 et Figure 8).

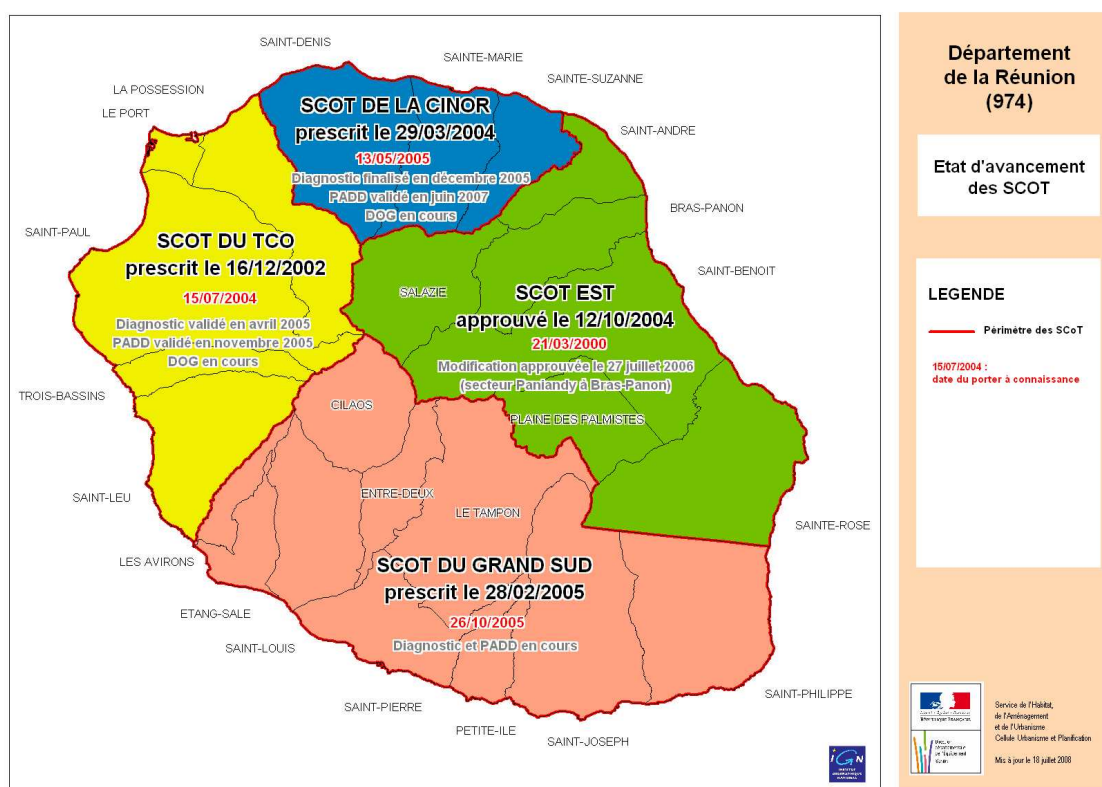


Figure 7 : Etat d'avancement des SCOT de la Réunion (extrait du site de la Direction Départementale de l'Équipement (DDE) : <http://www.reunion.equipement.gouv.fr/>)

⁸ Données issues du stage de Frédéric Séverin sous la direction d'Aurélien Botta

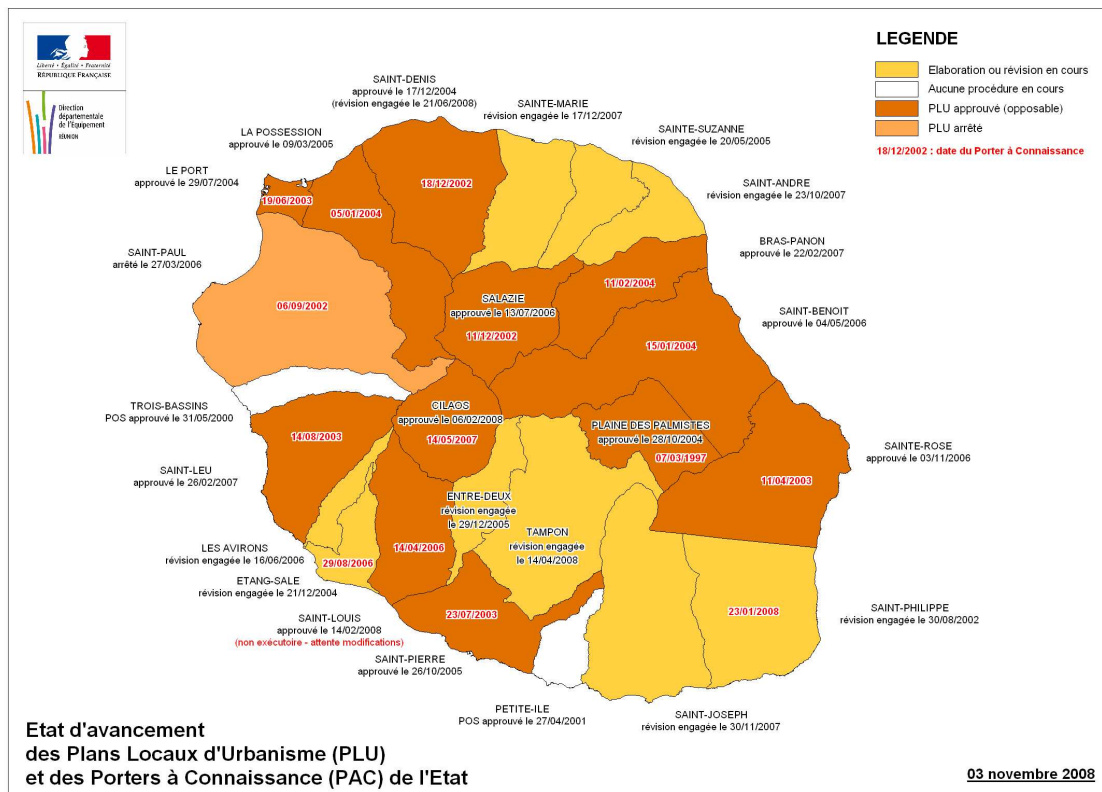


Figure 8 : Etat d'avancement des PLU et des Portés à Connaissances de l'Etat (extrait du site de la DDE : <http://www.reunion.equipement.gouv.fr/>)

D'un point de vue juridique ces documents s'articulent de la façon suivante :

L'article 3 de la loi n° 84-747 du 2 août 1984, relative aux compétences des régions d'Outre Mer, demande au conseil régional de la Réunion d'adopter un schéma d'aménagement qui fixe les orientations fondamentales en matière de développement, de mise en valeur du territoire et de protection de l'environnement. Le SAR est un document élaboré pour le long terme (dix à quinze ans). Il ne détermine que les orientations fondamentales en matière de développement, de mise en valeur et de protection de l'environnement. Le SAR a valeur de prescription d'aménagement et d'urbanisme. Autrement dit, les schémas directeurs, les schémas de secteur, les POS et les documents d'urbanisme en tenant lieu, doivent être compatibles avec ses dispositions (art. L111-1-1 code de l'urbanisme). Le SAR s'impose donc aux PLU et aux SCOT créés depuis.

La loi Solidarité et Renouvellement Urbain (SRU) du 13 décembre 2000 a créé les SCOT en remplacement des anciens schémas directeurs. Les SCOT permettent aux communes appartenant à un même bassin de vie de mettre en cohérence, dans le respect du principe de subsidiarité, leurs politiques dans les domaines de l'urbanisme, de l'habitat, des implantations commerciales, des déplacements et de l'environnement. Il s'agit, par exemple de lier la réalisation des infrastructures de transports et les extensions urbaines. L'élaboration d'un SCOT permet en outre aux communes de réaliser en commun certaines études qui seront nécessaires à l'élaboration de leur PLU.

Cette même loi a remplacé les anciens POS par les PLU. La principale différence est que le PLU doit comprendre un Projet d'Aménagement et de Développement Durable qui présente le projet communal à partir d'un diagnostic. Les PLU sont les outils principaux de mise en œuvre, à l'échelle communale, des politiques urbaines. Ils donnent aux communes un cadre

de cohérence opérationnelle pour les différentes actions et opérations, publiques ou privées, et devront permettre d'assurer la diversité des fonctions urbaines prévues par la loi en s'inscrivant dans une hiérarchie des normes.

La loi SRU place ainsi le développement durable au cœur de la démarche de planification à travers une réécriture et un approfondissement du principe d'équilibre. Il s'agit de mieux penser le développement de la ville afin qu'il consomme moins d'espace, qu'il produise moins de nuisances et qu'il soit plus solidaire en renversant les logiques de concurrence de territoires. L'enjeu supplémentaire du plan local d'urbanisme par rapport au POS est de favoriser la remise sur le marché de friches et terrains inexploités, la réhabilitation de quartiers anciens dégradés, mais aussi d'intégrer le traitement des espaces publics dans les démarches de planification. Comme le faisaient les POS, les PLU continuent à préciser le droit des sols.

Si la loi est très claire sur l'articulation théorique entre ces différents documents, elle l'est beaucoup moins lorsqu'il s'agit de leur mise en œuvre. Pour preuve l'empressement des communes et microrégions à produire des documents mis à jour avant la finalisation du nouveau SAR afin de construire leur argumentaire et pouvoir influencer les décisions au niveau de l'île.

Enfin, certaines collectivités territoriales ne possèdent pas de document réglementaire sur la thématique de l'aménagement du territoire.

C'est le cas du Département de la Réunion, dont le territoire coïncide exactement avec celui de la Région. Bien que n'ayant pas de mandat concernant l'aménagement du territoire à proprement parler. Le département possède plusieurs compétences directement concernées par la thématique de l'aménagement du territoire comme la gestion de l'eau et de l'agriculture. En 2005, il a validé son Schéma Départemental de Développement durable (SDADD) qui vise à donner les orientations de sa politique en matière notamment de gestion de l'eau et de l'agriculture.

Autre particularité, tous les Établissements Publics de Coopération Intercommunale (EPCI) ne correspondent pas à des microrégions, et de ce fait ne possède pas de SCOT. Les communes de la Réunion sont regroupées au sein de cinq EPCI: la Communauté Intercommunale du Nord de la Réunion (CINOR), le Territoire de la Côte Ouest (TCO), la Communauté Intercommunale des Villes Solidaires (CIVIS) et la Communauté de Commune Sud. Trois de ces EPCI correspondent à des microrégions et sont de fait maîtres de leur SCOT, les deux dernières et la commune de Saint Philippe qui n'appartient à aucun EPCI collaborent pour construire le SCOT du Grand Sud actuellement en cours d'élaboration.

Méthode

Afin d'appréhender l'articulation effective de ces différents dispositifs nous avons réalisé une étude plus précise sur une commune possédant un PLU et un SCOT validés : la commune de la Plaine des Palmistes. Nous avons analysé la façon dont était traitée la question de l'affectation des terres entre les catégories agricole, urbaine et « naturelle » (les catégories traitées par DS) dans les dispositifs réglementaires simultanément en vigueur sur ce territoire à savoir le POS de 1986, le SAR de 1995, le SCOT Est de 2003 et le PLU de 2004 (remplaçant le POS de 1986).

L'analyse des contradictions ou des incompatibilités entre dispositifs aurait nécessité d'analyser non seulement les textes de planification mais également leur mise en œuvre. Le

temps imparti pour cette analyse ne nous permettant pas d'aller aussi loin, nous avons comparé dans un premier temps les grandes orientations des documents

Tableau 2 et

Tableau 3). Nous nous sommes ensuite intéressés à la spatialisation de ces objectifs, en comparant deux à deux les zonages associés à chaque document. Afin de faciliter ces comparaisons les classifications complexes de chaque document ont été retranscrites en quatre catégories selon la vocation privilégiée par le document : agricole, urbaine, naturelle ou à urbaniser.

Résultats : Analyse de leur cohésion

Ces résultats doivent être lus en gardant à l'esprit le fait que les objectifs régionaux du SAR et intercommunaux du SCOT ne concernent pas obligatoirement le territoire communal de la Plaine des Palmistes.

Référence du	Intitulé de l'objectif
Tableau 3	
SAR 1	Protection des espaces naturels et agricoles
SAR 2	Un aménagement plus équilibré du territoire
SAR 3	Densification des agglomérations et structuration des bourgs
SCOT 1	Construire la ville sur la ville en plaine littorale et créer des « villes sur les mi-pentes »
SCOT 2	Protéger, valoriser et accroître les espaces agricoles et naturels
SCOT 3	Permettre un développement économique et touristique diversifié
PLU 1	Densification dans les pôles de centralité
PLU 2	Maintien des espaces naturels
PLU 3	Résorption de l'habitat insalubre

Tableau 2 : Objectifs principaux des documents réglementaires (légende du tableau 3)

Objectifs	SCOT 1	SCOT 2	SCOT 3	PLU 1	PLU 2	PLU 3
SAR 1						
SAR 2						
SAR 3						
SCOT 1						
SCOT 2						
SCOT 3						

Tableau 3 : Redondances entre les priorités d'aménagement du SAR, du SCOT et du PLU (en rouge)

Les tableaux ci-dessus montrent qu'un certains nombres de grands principes sont repris entre documents réglementaires (cases rouges du tableau 3). Cependant, ces mêmes principes une fois spatialisés ne recouvrent pas la même réalité. La Figure 9 montre les écarts proportionnellement à la surface totale de la plaine des Palmistes des espaces dédiées aux activités agricoles, urbaines et aux espaces naturels dans les différents documents réglementaires. Les documents les plus récents que sont le SCOT Est de 2003 et le PLU de 2004 favorisent l'un les vocations agricoles (en jaune sur la figure) et l'autre les vocations naturelles (en vert sur la figure). Notre classement exclusif en trois catégories a en partie créé ces différences puisque la plupart des catégories agricoles et naturelles des SCOT et PLU

permettent la double utilisation des surfaces (agricole et naturelle), cependant la formulation était suffisamment claire pour identifier une préférence différente dans chacun des documents.

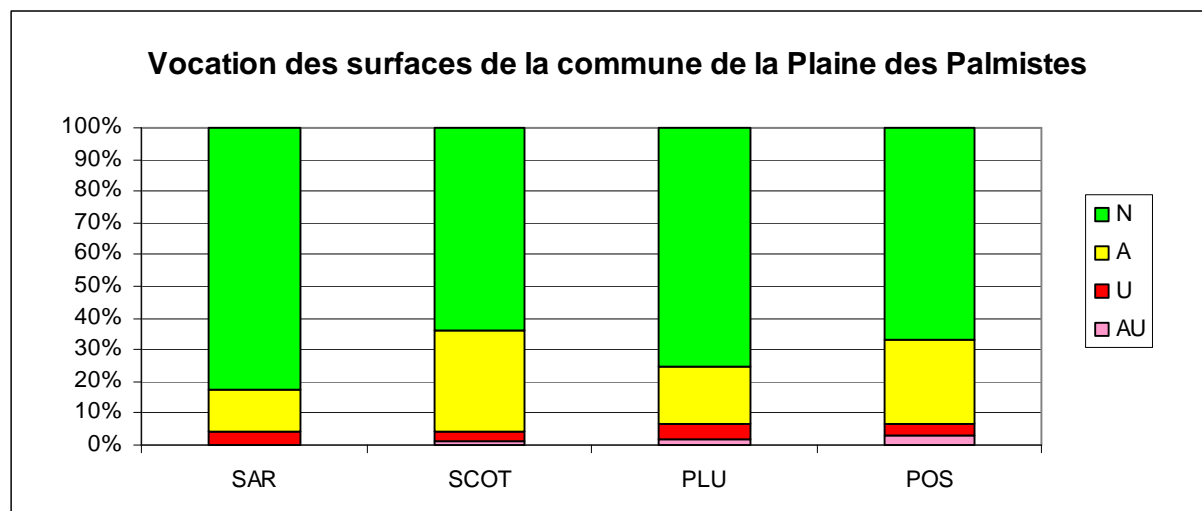


Figure 9 : Répartition de la surface de la commune de la Plaine des Palmistes en vocation agricole (A), urbaine (U), naturelle (N) et à urbaniser (AU) selon les documents réglementaires.

Afin d'aller plus loin dans l'analyse nous avons cartographié ces différences de points de vue. Nous ne montrerons ici qu'une des analyses réalisées à titre d'illustration : la comparaison entre le SCOT de 2003 et le PLU de 2004.

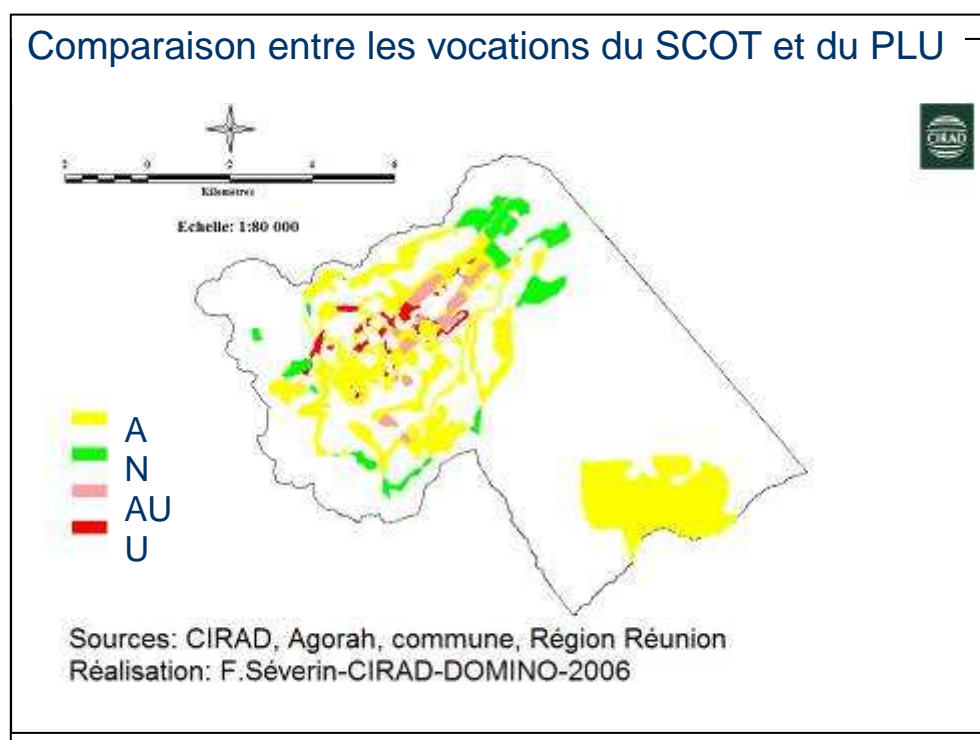


Figure 10 : Comparaison des zonages de vocation prioritaire du SCOT Est et du PLU de la Plaines des Palmistes.

Les espaces en blanc sont ceux sur lesquels les vocations des deux documents sont en accord. Les zones en jaune, vert, rose et rouge correspondent respectivement aux espaces où le SCOT

identifie une vocation agricole, naturelle, à urbaniser et urbaine alors que le PLU spécifie une vocation différente

catégories	Surfaces dont la vocation du SCOT Est en désaccord avec celle du PLU (ha)	Détail selon leur vocation dans le PLU (ha)			
		A	N	U	AU
A	1450	-	1164	214	72
N	250	220	-	17	13
U	69	33	15	-	21
AU	77	7	4	66	-

Tableau 4 : Différence de vocation (Agricoles, Urbaines, Naturelles ou A Urbaniser) des espaces de la commune de la Plaine des Palmistes entre le SCOT Est de 2003 et le PLU de 2004.

A la différence des autres binômes de documents réglementaires, le SCOT et le PLU sont presque contemporains. Or les discordances entre vocations couvrent des surfaces équivalentes aux autres binômes (au total 1 846 ha contre 2 191 ha pour le binôme SAR-SCOT, 1 595 ha pour le binôme SAR-PLU et 2 011 ha pour le binôme SAR-POS).

Le principal désaccord concerne l'identification des vocations agricoles. L'explication réside essentiellement dans le fait que le SCOT reconnaît la zone du Piton de l'Eau comme ayant une vocation principalement agricole alors que le PLU lui attribue une vocation principalement naturelle. Comme dit lors du commentaire de la Figure 9, dans les deux cas les activités agricoles et de conservation de la nature sont mentionnées.

Plus critiques sont les désaccords concernant l'identification des vocations urbaines (69 ha), puisque PLU et SCOT sont des documents d'urbanisme et qu'ils sont séparés d'un an à peine.

Conclusion

Cette étude bien que rudimentaire nous a permis d'identifier de réelles incohérences entre ces documents, notamment concernant les espaces à vocation urbaine ou à urbaniser. Nous avons également mis en évidence des différences « d'affichage » ayant de moindres répercussions, comme le choix d'une vocation plutôt agricole dans un document et plutôt naturelle dans un autre sachant que les classes exactes de ces documents autorisent les deux activités. L'échelle de validité a été un deuxième écueil auquel nous avons été confrontés (en plus de la double vocation possible). Si les échelles des SCOT, PLU et POS sont comparables (1/25 000), celle du SAR est beaucoup plus grossière (1/100 000). Leur comparaison cartographique ne peut de fait pas être envisagée directement. Suite à cette étude nous avons adapté la prise en compte de ces zonages dans la phase de modélisation aux limites que nous avons identifiées à savoir le double affichage et les différences de résolution.

Enfin, notre analyse n'a traité ni de la mise en œuvre ni de la chronologie de mise en révision de ces documents de planification. Il faut cependant mentionner une curiosité qui illustre la complexité des jeux d'acteurs associés au millefeuille institutionnel Français. Selon le principe de subsidiarité, le SAR s'impose aux SCOT qui eux-mêmes s'imposent aux PLU. Ceci laisserait présager la chronologie suivante de révision : 1-SAR, 2-SCOT et 3-PLU. Or depuis l'annonce de la mise en révision du SAR en 2005 les intercommunalités et les communes ont majoritairement choisi de suivre une stratégie proactive, produisant leur propre document afin d'avoir un argumentaire construit pour la révision du SAR. Le chapitre suivant revient sur la complexité des jeux d'acteurs politiques impliqués dans l'élaboration de différents dispositifs de planification territoriale.

2.3.1.2 Analyse des jeux d'acteurs politiques⁹

Contexte et objectifs

L'analyse des jeux d'acteurs politiques vient ainsi compléter le tableau des dynamiques sociales en jeu dans l'aménagement du territoire. Pour cela nous avons organisé en décembre 2005 une mission visant à mieux décrypter les mécanismes d'élaboration de la décision publique à la Réunion. L'intérêt pour DOMINO était triple :

- Fournir une première analyse des réseaux d'acteurs politiques et la nature de leurs interrelations
- Décrire les critères utilisés pour élaborer les décisions publiques autour de l'aménagement du territoire
- Déterminer la position du foncier agricole dans le discours des acteurs politiques

Méthodologie

La méthodologie de collecte employée s'est appuyée sur une série d'entretiens individuels visant les décideurs clés de l'aménagement du territoire. Ainsi les 12 personnes enquêtées sont directeurs généraux des services d'EPCI ou de communes, directeurs des institutions en charge du foncier (Etablissement Public du Foncier Réunionnais, Société d'Aménagement Foncier et d'Etablissements Rural ou SAFER, Société d'Economie Mixte), vice président des Conseils général et régional en charge de l'aménagement du territoire, directeur de cabinet de mairie, maires et conseillers généraux.

Résultats

Premiers éléments d'identification des réseaux d'acteurs politiques et nature de leurs interrelations

De cette analyse, il ressort que leurs actions sont marquées par un contexte politique réunionnais dans lequel apparaissent : de nouvelles échelles de l'action publique, de nouvelles temporalités de l'action publique. Il en découle de nouveaux apprentissages dans la conduite de l'action publique.

- Les nouvelles échelles de l'action publique :

La territorialisation des politiques publiques en général, celles concernant l'affectation et la régulation des conflits d'usage du foncier dans un cadre général de développement durable s'est extrêmement complexifiée, et ce par l'effet conjugué :

- de l'apparition de nouveaux niveaux décisionnels à l'échelon supranational : l'U.E à la Réunion qui institue des décideurs et de nouveaux pouvoirs normatifs, notamment en termes de « développement durable ». De plus, ces nouveaux niveaux sélectionnent de nouveaux acteurs comme interlocuteurs valables dans la conduite des politiques publiques (ONG, agences de développement, associations,...) et de ce fait multiplient les pôles d'initiatives dans des domaines dont la maîtrise était traditionnellement dévolue aux organismes nationaux classiques.

⁹ Pierre Valarié, professeur de science politique à l'université de Montpellier 1 et directeur du CEPEL, a réalisé une mission d'appui du 4 au 10 décembre 2005 afin d'analyser les mécanismes d'élaboration de la décision publique à la Réunion.

- des processus de décentralisation qui affectent sur les deux sites le modèle centraliste de conduite de l'action publique. On rentre progressivement dans un modèle décisionnel polycentrique dans lequel les interdépendances entre niveaux de décision, d'une part, et niveaux de mise en œuvre, d'autre part, deviennent un point clé du fonctionnement institutionnel des politiques publiques. Plus aucune organisation n'est en mesure de mener seule une politique et la répartition croisée des ressources, humaines, techniques, financières est devenue la règle dominante.
- de la globalisation des échanges économiques qui constitue un troisième facteur de perturbation en affectant profondément les rapports entre pouvoir politico-administratif et sphère économique. A un niveau général, les échelles du développement économique se désajustent de plus en plus clairement des territoires de l'action administrative et de la représentation politique. Il en résulte une représentation de plus en plus fluctuante des frontières, entre espaces pertinents pour l'action, mais aussi entre champs de compétences, entre pouvoirs, et entre sphères décisionnelles. Cependant le modèle réunionnais reste fortement marqué par un interventionnisme étatique important, tant au niveau de la filière sucrière qu'à celui du foncier (la défiscalisation, par exemple)

- Les nouvelles temporalités de l'action publique :

Le passage d'une conception centralisée de l'action publique à celle du polycentrisme et de la gouvernance multi niveaux se traduit également par une nouvelle représentation du « temps » de la décision et de l'action :

- La tendance au management par projet a fortement affecté la conception temporelle de l'action publique. La temporalité devient celle du projet lui-même, et celle-ci a de plus en plus une propension à se caler sur la « réponse à la crise » c'est-à-dire celui de « l'urgence ».
- Le temps de la représentation politique (le mandat électif) devient de plus en plus fréquemment et paradoxalement décalé avec celui de la prévision et de l'action à long terme que réclame, notamment dans le domaine du foncier, la gestion des ressources environnementales. A ce titre la notion de durabilité nourrit souvent, de par les impératifs qu'elle suppose, cette contradiction.
- De l'autre côté la temporalité de l'action administrative, rythmée par les procédures, est de plus en plus ressentie et dénoncée par certains acteurs comme lourde et handicapante face au temps du marché qui réclame des délais de réponse et d'adaptation quasi-instantanés.

- Les nouveaux apprentissages dans la conduite de l'action publique.

Face à ce nouveau contexte, le repositionnement des organisations régaliennes, notamment au regard des nouvelles prérogatives accordées aux collectivités territoriales, l'implication accrue et de plus en plus sollicitée par les politiques contractuelles de nouveaux acteurs de la société civile (associations, coopératives, experts,...) et l'inflation des pôles d'initiative par l'ensemble des acteurs de l'action publique (quelque soit leur statut et leurs champs de compétences) ont abouti au développement de nouveaux modes de conduite de l'action publique. Schématiquement ceux-ci se caractérisent :

- par une intégration territoriale d'interventions jusque là coordonnées par le centre et non la périphérie,
- par un recours systématique à la négociation dans des forums et de nouvelles arènes décisionnelles élargies à de nouveaux acteurs
- par une définition de l'action publique en termes de « problèmes » et non plus comme offre de solutions.
- par la mobilisation du partenariat entre secteur public et secteur privé et le passage d'une problématique de gouvernement à une problématique de gouvernance multi niveau.

Il faut se garder d'une vision naïve qui annonce l'ouverture d'un changement de « régime politique » (démocratie représentative *versus* démocratie participative). Les processus de domination se transforment de manière contingente à l'évolution des contraintes sociales et contextuelles. Il n'en reste pas moins vrai que la désignation sélective des interlocuteurs valables reste une ressource aux mains d'un petit nombre d'acteurs. Le repérage de ces derniers, les règles de sélection des interlocuteurs, la multi appartenance qui caractérisent les acteurs clés actuels, sont autant de critères d'investigation et d'analyse.

Critères utilisés pour élaborer les décisions publiques autour de l'aménagement du territoire

La recherche des critères utilisés par les acteurs politiques avait pour but de fournir un cadre analytique permettant de décrire les étapes d'élaboration de la décision publique. Outre un intérêt heuristique, l'objectif était également de fournir les éléments permettant de co-construire des outils prospectifs de modélisation capables d'intégrer le processus politique dans les simulations.

Il ressort qu'une décision publique est bien souvent le résultat d'un jeu complexe entre des acteurs qui appartiennent à des groupes sociaux pluriels, des intérêts multiples et enchevêtrés, des enjeux différents selon l'échelle d'intervention, des réseaux de nature diverse (famille, professionnel, associatif, politique) mobilisables dans des temporalités différentes,... Dès lors, il apparaît que les critères de décision sont toujours définis ex-post. Il s'agit d'une construction a posteriori pour permettre de justifier ensuite auprès de tiers la décision prise.

Ce point a donc été évacué des objectifs de la mission au profit d'une analyse en termes de configurations d'acteurs.

Position du foncier agricole dans le discours des acteurs politiques sur l'aménagement du territoire

La décentralisation à la Réunion présente de fortes spécificités quand on la compare au modèle métropolitain. Tout d'abord, la superposition du territoire régional avec le territoire départemental modifie grandement la gouvernance multi niveau sur un mode particulier. Celui dernier est amplifié par la particularité de la structuration communale de l'île. La grande taille des cantons et la partition territoriale communale, « du battant des lames aux sommets des montagnes » font que chaque municipalité a, le plus souvent, une zone urbaine associée avec une zone rurale. La majorité de la population est citadine. Les électeurs citadins sont donc les plus proches des centres locaux de décision. Les décideurs sont donc plus sensibles aux revendications des urbains au détriment des intérêts des ruraux. Dans un tel paysage politique, il devient alors plus difficile d'identifier un élu « rural » pour qui la défense du foncier agricole serait un enjeu majeur. Alors que le modèle français attribue au département la représentation politique du rural pour contrebalancer en termes d'équité, la concentration urbaine, ce principe ne joue plus dans le modèle réunionnais. Le Conseil Général est constitué de la plupart des maires urbains de l'île et cette représentation politique minore le poids des intérêts ruraux de l'île dans cette assemblée.

L'importance des administrations agricoles de l'État sur l'île, notamment la DAF, peut être en partie expliquée par cette « exception réunionnaise ». De plus, l'existence d'un lobbying actif exercé par les représentants du monde agricole auprès des institutions régionales et départementales permet de contrebalancer ce déséquilibre. Il faut rajouter à cela le sentiment partagé par la majorité des réunionnais que la qualité de vie sur l'île passe par une préservation relative de ces espaces verts anthropisés ou non.

Autre conséquence, le mode de gouvernement régional, fortement calqué sur les gouvernements urbains en métropole, se trouve désajusté de ces intérêts au profit d'une « substantivation »¹⁰ du territoire insulaire. En d'autres termes, à la partition de la représentation politique entre rural et urbain, classique dans l'hexagone, se substitue une partition entre urbain et territoire insulaire. Cela a un impact fort qu'il faut prendre en compte en termes d'analyse des arènes politiques décisionnelles et en termes d'organisation sectorielle ou catégorielle des intérêts.

Mais quelque soit le résultat de ce jeu d'équilibre entre rural et urbain, la demande en logement insatisfaite est une réalité tangible. Et même si certains acteurs politiques cherchent à préserver une sole agricole minimale, il n'en demeure pas moins que le foncier agricole est soumis à une pression forte résultant de la convergence d'au moins deux facteurs :

- Un prix du foncier en croissance constante rendant l'accès à la propriété de plus en plus difficile alors que l'image de la case réunionnaise perdure
- Une demande en logements sociaux forte alors que les zones aménageables à moindre coût sont souvent dans des zones agricoles où la potentialité est rarement faible.

Conclusion

Ce travail a permis d'établir les premières bases de l'analyse du fonctionnement de la gouvernance multi niveau des politiques d'affectation foncière à la Réunion, même si elle se caractérise ici par des singularités fortes dont il faudra encore mesurer l'impact. Dans le contexte réunionnais marqué notamment par la distance au centre métropolitain, par des territoires limités mais étendus, par une population entrepreneuriale, administrative et associative de plus en plus impliquée dans l'action publique, il apparaît que

- avec la décentralisation, les politiques publiques liées à l'aménagement du territoire ont un caractère polycentrique qui impose à l'acteur politique de maîtriser davantage des dossiers de plus en plus complexes (technique, politique, etc.)
- la chose publique n'est plus centralisée dans les mains des seuls décideurs politiques mais fait intervenir des représentants de plus en plus nombreux et divers, avec des enjeux et temporalités multiples, et des niveaux de compétences et de connaissances variables
- paradoxalement, le temps de la décision publique est de plus en plus restreint alors que son impact s'inscrit dans le long terme dépassant bien souvent le mandat électif du décideur
- la structuration administrative de l'île favorise la prise en compte des problématiques urbaines par rapport à celles du monde agricole par des élus politiques dont l'électorat est plus ancré en ville que dans le monde rural.

Enfin, le contexte politique réunionnais, en pleine mutation, est marqué par des interactions entre divers niveaux décisionnels qui en augmentent le degré de complexité. L'impossible identification de déterminants permettant d'expliquer la trajectoire d'une décision publique a rendu caduque toute velléité d'intégration des mécanismes de la décision publique dans les outils DOMINO. La mise en situation des acteurs (par exemple via un jeu de rôles) apparaît

¹⁰ Nous entendons par **substantivation du territoire** le processus par lequel les acteurs, notamment mais pas exclusivement politique confrontés à la mobilisation des intérêts au niveau d'un territoire, font de ce dernier une ressource et un symbole central à leur action. Nous sommes ici au niveau des relations entre leadership politique et territoire, sur la capacité de certains leaders politiques (en l'occurrence l'actuel Président de Région) à substantiver le territoire dans le cadre de configurations politiques particulières.

alors une voie privilégiée pour intégrer dans la démarche de modélisation d'accompagnement la prise de décision publique.

2.3.1.3 Analyse des dispositifs de concertation autour de la défense du foncier agricole

Nous avons réalisé plusieurs études afin de mieux appréhender les jeux d'acteurs impliqués dans les réflexions sur la défense du foncier agricole, les enjeux de leur participation, le type de leurs interactions et ainsi mieux identifier les caractéristiques du contexte social (au sens large) dans lequel la démarche de modélisation DOMINO s'insérait. Pour ce faire, nous avons principalement recouru à deux techniques de collecte d'informations : l'observation participante de dispositifs de concertation relatifs à l'aménagement du territoire, et les enquêtes semi-directives auprès des décideurs publics et des acteurs du monde agricole.

Notre analyse devant être pertinente du point de vue de notre problématique du multi-niveau, nos travaux ont cherché à analyser les jeux d'acteurs impliqués à trois niveaux : individuelle, communale et départementale. L'encadrement d'un stage de 6 mois en socio-anthropologie a permis de mieux décrypter les déterminants individuels de l'évolution du foncier agricole. Nous avons également suivi l'élaboration des Chartes Communales de Développement Agricole qui visent à être associées aux PLU. Enfin, le Département a mis en place en 2005 une série de concertation pour établir sa propre vision prospective à l'horizon 2020 : le Schéma Départemental d'Aménagement et de Développement Durable. Notons, cependant, que la participation des membres de DOMINO aux Cahiers de l'agriculture, volet agricole du SDADD n'a été que très épisodique. Nous ne revenons donc sur ce dispositif que dans la conclusion de cette partie.

2.3.1.3.1 Analyse des dynamiques foncières à l'échelle individuelle : l'exemple des agriculteurs des Hauts de Saint-Joseph ¹¹.

L'intérêt de ce travail du point de vue de la démarche de modélisation était de réaliser un zoom sur les logiques foncières individuelles afin d'identifier des indicateurs / paramètres / déterminants individuels qui pourraient ensuite être employés dans la modélisation du niveau d'organisation local. Ces éléments auraient ensuite pu être mobilisés dans les scénarios pour modéliser l'évolution du foncier agricole et éventuellement limiter sa fuite vers un foncier urbanisé.

Contexte :

Les superficies de terre dédiées aux activités agricoles décroissent depuis de nombreuses années. Ce constat partagé par tous les acteurs réunionnais s'explique par deux facteurs principaux. Le premier est la dynamique de l'étalement urbain qui grignote les espaces agricoles disponibles. Le second est un abandon progressif des surfaces cultivées qui se traduit par une augmentation des friches. Dans ces deux dynamiques, les agriculteurs jouent un rôle non négligeable soit en construisant des maisons sur leurs terres agricoles soit en ne valorisant plus des parties de leur exploitation jugées peu rentables. Pourquoi les agriculteurs se défont-ils de leur outil de production ? La réponse économique est la première

¹¹ Données issues du stage de Mastère 1 de sociologie de Marie Bertrand sous la direction de W. Daré, C. Fourage et H. Paillat-Jarousseau

fréquemment avancée en raison du prix du foncier à construire beaucoup plus élevé que le foncier à cultiver. Mais il nous semblait qu'une analyse plus fine devait être réalisée à partir des comportements stratégiques des agriculteurs afin de mieux saisir comment ils perçoivent leur foncier et leur métier.

Le travail a donc été mené dans les Hauts de Saint-Joseph, une commune du Sud-Est de la Réunion qui présente un attachement fort à son milieu rural tout en subissant de plus en plus une croissance démographique forte (+1,88% entre 1990 et 2000) et une urbanisation de ses espaces, notamment en raison de sa proximité à Saint-Pierre, la capitale du Sud réunionnais. Dans ce territoire en mutation, les espaces agricoles représentent encore 2800 ha soit 16,2% des superficies de la commune. Cet espace agricole est relativement morcelé entre les 630 exploitants agricoles de Saint-Joseph. La plupart des parcelles y est exploitée en faire-valoir direct. 51% de la SAU sont dédiés à la canne à sucre, le reste est occupé principalement par du maraîchage et de l'arboriculture fruitière. Les cultures y sont assez diversifiées avec la présence de géranium et de vétiver, d'ananas et de litchi, des prairies et de fourrage ainsi que du curcuma. Par ailleurs, les élevages laitiers assez intensifs et performants sécurisent l'activité d'un nombre important d'éleveurs et contribuent à l'objectif de doublement de la production laitière fixé par la filière à l'échelle de l'île. Il faut également noter la présence d'élevages porcins hors-sol qui viennent compléter ce tableau.

Mais l'organisation des systèmes d'exploitation n'est pas homogène sur l'ensemble du territoire Saint-Josephois. L'historique de l'implantation de la population et le découpage géomorphophysique en raison de la présence des ravines de la rivière des Remparts à l'ouest et de la rivière Langevin à l'Est, le gradient pluviométrique et altitudinal expliquent la présence de quatre grands espaces agricoles :

- A l'Ouest se trouve une zone basse particulièrement propice à la culture de la canne combiné au maraîchage et à l'arboriculture mais où les risques d'érosion sont importants, et des zones hautes physiquement enclavées (Lianes, Plaine des Grègues, Grand Coude) et limitées présentant une agriculture diversifiée composée par des systèmes d'élevage ou de maraîchage plus intensifs.
- A l'Est, le bassin cannier plus humide s'est installé dans les bas plus réguliers où les conditions d'exploitation (pierrosité, mécanisabilité, ...) sont favorables à la culture de la canne à sucre. Dans sa zone haute, les sols très peu épais et les pluies abondantes, expliquent la présence de prairies et le développement de l'agroforesterie (vanille, palmiste).
- Les plateaux littoraux constituent le troisième espace, marqué par la présence d'une agriculture diversifiée de plus en plus mitée par le développement urbain.
- Enfin, les lits des rivières fortement soumis aux aléas naturels mais aux sols alluvionnaires riches sont le lieu d'une arboriculture développée.

Problématique

La bibliographie montre une évolution des enjeux au niveau du foncier sur l'île. En raison du manque d'espace, de l'augmentation du prix du terrain constructible et de la déprise agricole, les zones urbaines ont tendance à « grignoter » de plus en plus d'espaces agricoles. Ces différents facteurs ont eu un impact sur la perception du foncier agricole chez les agriculteurs. En effet, dans un contexte économique de plus en plus difficile, doivent-ils répondre à des logiques financières ou être les garants d'un patrimoine culturel et foncier particulier ? Ainsi, l'étude s'est articulée autour de la problématique suivante : **la terre est-elle l'expression d'un patrimoine familial ou bien un simple outil de production ?**

Pour étudier comment les agriculteurs perçoivent l'évolution de leur foncier, nous avons cherché à confronter le regard des générations les plus extrêmes parce que les plus marquées du point de vue de la dynamique foncière : d'un côté les exploitants agricoles proche de la retraite et de l'autre, ceux qui s'installent actuellement. Les premiers ont connu l'île avant la départementalisation, tandis que les derniers ont toujours vécu au cœur d'une société réunionnaise, gérée comme un DOM, sous influence (voire perfusion) de la métropole. Pour les plus âgés, il a fallu faire face à des changements, sociaux, techniques, culturels et économiques très rapide (passage d'une société de plantation à une société de consommation de masse). Certains ont pu s'adapter, d'autres se retrouvent au sein de cette société réunionnaise, avec un *habitus discordant*, (Bourdieu, 1977). Cela a pu modifier leurs comportements et leurs pratiques agricoles, sur le long terme. L'hypothèse que nous avons faite et qu'il s'agissait de tester était que cette évolution des perceptions du rapport à la terre et des mentalités est particulièrement visible au moment de la succession, où se confrontent alors deux générations avec deux *habitus* parfois bien différents : le père et le fils, le repreneur et le retraité.

Approchant de la retraite, comment envisagent-ils de transmettre ce patrimoine ? Privilégient-ils la transmission des biens ou le statut que confère le métier ? Comment la nouvelle génération vit-elle au sein de cette Réunion en pleine mutation et cela est-il source de tensions avec les « anciens » ? Étant potentiellement l'héritière de ce foncier agricole, comment perçoit-elle ce métier ?

Méthodologie de collecte et d'analyse des informations.

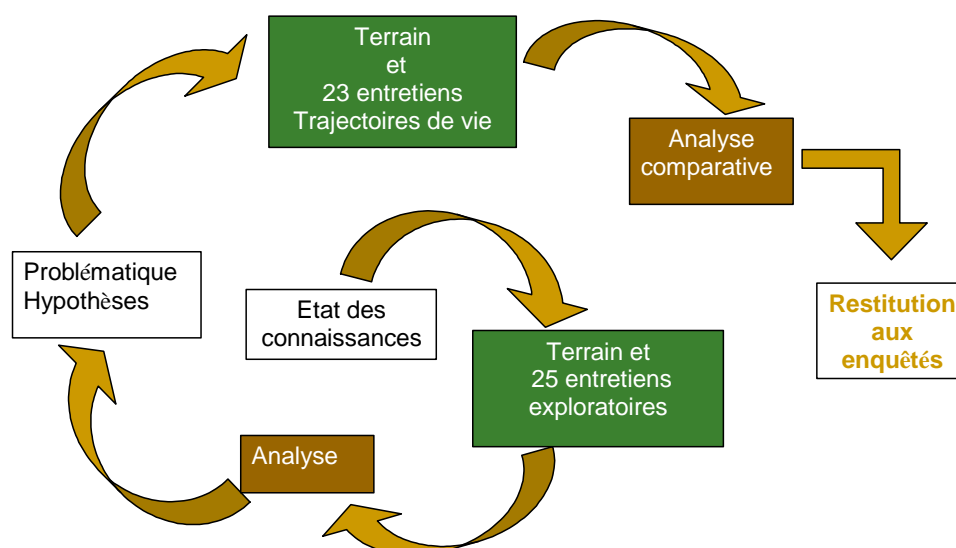


Figure 11 : Etapes et outils méthodologiques (Bertrand, 2007)

Après une première phase de bibliographie, une prise de contact direct avec le terrain et la réalisation de 25 entretiens exploratoires auprès de personnes concernées par le sujet mais non ciblés, il a été établi la question de recherche, un cadrage théorique ainsi que la formulation des hypothèses. Ensuite, 23 nouveaux entretiens (les personnes ayant été choisies au préalable) ont été effectués sur la zone étudiée. Dans le même temps, un aller-retour a été fait

entre les connaissances théoriques et les connaissances d'experts de terrain. Cette phase de collecte finie, l'analyse s'est construite avec des retours sur le terrain et des discussions avec les acteurs. Dans le cadre du stage, s'en est suivi une restitution auprès des exploitants et des commanditaires permettant de valider et d'améliorer l'analyse produite.

Résultats de l'analyse

Trois idéal-types d'agriculteurs avaient été supposés à partir de l'étude de Chouteau (2002) :

- Le « traditionnel-directed » : se conforme à la tradition, en situation d'anomie. Ce sont les petits planteurs, âgés de plus de 50 ans, qui ont un habitus discordant avec la société réunionnaise actuelle. L'entrée dans la modernité de l'agriculture a créé une distorsion entre l'ethos économique de l'exploitant et la logique bureaucratique des institutions (S.A.F.E.R., sucrière...) Bourdieu (1977) parle alors d'habitus discordant, celui de ces agriculteurs étant en inadéquation avec le champ agricole moderne.
- L'homme autonome, « inner-directed » : a intériorisé les normes et les valeurs. Son ethos est celui de la rentabilité. Son souhait est de maintenir son exploitation sans rechercher l'enrichissement personnel : l'objectif étant la viabilité de celle-ci. Il reste tout de même attaché aux savoir-faire traditionnels agricoles avec une réelle envie de maîtrise des nouvelles techniques.
- L'homme hétéronome, « other directed » a un esprit critique. Il sait jouer des codes de conduites et normes qui lui sont imposées. Il maîtrise « parfaitement » le fonctionnement de son exploitation et il sait comment la mener. L'agriculteur gère son exploitation à la façon d'un entrepreneur. Les notions de profit et d'innovation sont particulièrement mises en avant dans son rapport au foncier.

Ces trois idéal-types présenteraient des comportements stratégiques différents en raison d'une perception différente de leur foncier : depuis des stratégies spéculatives, jusqu'à des attitudes de replis défensifs vis-à-vis de l'urbain, en passant par la préparation de l'évolution de l'exploitation. Des cas de figure sont par exemple la vente par un exploitant d'une partie de ses terres terrain afin de rentabiliser davantage l'exploitation par l'entrée de revenus extra-agricoles ou la diminution des coûts de location d'un logement en ville pour leurs enfants, par l'appui de leur formation pour faciliter la reprise par l'un d'entre eux, par la mise en place de poste de diversification rentable, etc.

L'analyse montre que les liens entre stratégies foncières et idéal-types sont plus complexes que nos hypothèses initiales le supposaient en raison de l'apparition d'autres facteurs déterminants qui composent la perception du foncier par les agriculteurs :

- la capacité d'innovation du chef d'exploitation : elle permet la projection dans le long terme et freine le passage d'un « foncier à cultiver » à « un foncier à bâtir » (Paillat-Jarousseau, 2001) ;
- la cohésion familiale : plus elle est forte et moins le foncier sera mité
- la recherche d'une certaine qualité de vie et d'une pénibilité moindre du travail : deux accélérateurs du phénomène de mitage.

Ainsi trois idéals-types sont apparus plus pertinents quant à la perception du foncier. Ils sont situés entre deux pôles : patrimoine familial et simple outil de travail :

- L'agriculteur « asservi par son exploitation » : il mène comme il peut son exploitation qui est en général pas ou peu viable et n'amène pas une rémunération suffisante pour vivre correctement. Il aime son métier mais, dans ce contexte de compétitivité et d'innovation incessante, il subit les lois du marché. Au moment de la cession de l'exploitation agricole, il se trouve dans une situation paradoxale : vues les difficultés

pour rendre viable son exploitation, du contexte agricole réunionnais qui lui semble peut favorable à l'avenir, il hésite à transmettre son exploitation. Toutefois, soucieux de mettre le pied à l'étrier aux enfants en leur donnant la possibilité de construire sur une partie de terre inculte est une chose possible, voire vérifiée.

- L'agriculteur « attaché à sa terre familiale » : il aime son métier autant que son foncier agricole. Le degré d'innovation est faible, l'exploitant souhaite avant tout garder l'esprit familial de cette terre, transmise de génération en génération. Elle est le symbole d'un dur labeur et le détermine socialement. La succession quoique difficile est en générale assurée sinon elle constitue une mort sociale. Ce lien viscéral de l'exploitant et de son enfant repreneur est telle qu'il n' imagine pas vivre autre part que sur sa terre. La construction d'habitat sur le foncier agricole se constate dans la majorité des cas.
- L'agriculteur « maître de son outil de travail » : il gère son exploitation à la manière d'un chef d'entreprise, la terre étant pour lui assimilable à une « usine » avec des ouvriers agricoles ou des saisonniers. Celui-ci a une capacité d'innovation très forte. Il s'adapte continuellement aux demandes du marché. Lorsque son exploitation ne sera plus rentable, il est prêt à déclasser ses terrains et à vivre de ses rentes ou même de changer de métier.

Conclusion

Cette étude a montré toute la difficulté de modéliser le niveau individuel. En effet, le passage du foncier agricole à un foncier urbain dépend de paramètres modélisables (liés à la structure de l'exploitation et sa rentabilité, à la pyramide des âges des exploitants, à la proximité à d'autres espaces urbains) et d'autres plus difficilement modélisables (les trois idéal-types finaux). Par ailleurs, au regard de la décision collective à l'équipe DOMINO de représenter les tendances à l'échelle régionale, la prise en compte de ces données individuelles nécessiterait de recueillir (ou tout au moins d'extrapoler) ces paramètres à l'échelle de l'île, ce qui a constitué le plus gros obstacle.

2.3.1.3.2 Chartes de développement agricole : une union du monde agricole à l'échelle communale.

Les informations ont été collectées par la méthode de l'observation participante lors des réunions du groupe de pilotage des Chartes de Développement Agricole (CDA).

Contexte

Dans le contexte de révision ou de construction des dispositifs de planification territoriale, le monde agricole emmené par la CA a décidé de se mobiliser afin de définir précisément les enjeux du développement agricole à l'échelle communale à l'horizon 2020. Le but est que les propositions ainsi construites puissent être prises en compte dans les processus d'élaboration des PLU mis en place par chaque commune. Partant du principe que l'agriculture contribue au maintien de l'équilibre social, économique et environnemental de la commune, la charte de développement vise à la défense du foncier agricole, par la réalisation d'un diagnostic partagé des enjeux de l'agriculture. En projetant les réflexions à l'horizon 2020, il s'agit d'accompagner l'évolution de l'agriculture réunionnaise notamment vers le développement de la multifonctionnalité.

Le niveau d'organisation considéré est celui de la commune.

L'équipe de la CDA est constituée par des membres de la Chambre d'Agriculture, de la Sucrière de la Réunion, du CNASEA (Centre National pour l'Aménagement des Structures des Exploitations Agricoles) et des membres de l'équipe DOMINO Réunion venu en appui scientifique. La mairie est le maître d'ouvrage. L'ensemble des acteurs du monde agricole sur la commune est mobilisé lors d'enquêtes individuelles et de restitutions collectives.

Méthode/démarche des Chartes de développement agricole :

La démarche Charte s'organise en trois phases :

- 1- définition des enjeux agricoles communaux à partir d'enquêtes réalisées auprès d'agriculteurs, de techniciens et de grands acteurs. Le but est d'obtenir lors d'un séminaire de restitution des résultats d'enquêtes un zonage consensuel de long terme. Ce zonage est ensuite soumis à l'approbation de la mairie.
- 2- élaboration de projets de développement agricole par des groupes de travail thématique ou géographique interinstitutionnel. Les projets donnent ensuite lieu à des fiches actions sur lesquelles les acteurs s'engagent sur les 15 ans à venir.
- 3- mise en œuvre d'un suivi-évaluation avec la mise en place d'un emboîtement de responsabilités depuis le porteur de projet jusqu'au comité de pilotage garant du respect des principes de la charte de développement agricole.

Résultats : Analyse de la première phase des chartes de Saint-Paul et de Saint-Joseph

En participant aux chartes communales de développement agricole l'équipe DOMINO souhaitait accéder à un espace de concertation traitant de la question du devenir du foncier agricole à la Réunion de façon à :

- a. identifier les acteurs pertinents pour notre problématique et donc les utilisateurs potentiels de nos outils ;
- b. identifier les groupes sociaux/institutions représentés dans ces espaces, ceux oubliés ou volontairement absents, l'étendue de leur pouvoir, les sources de leur légitimité et les enjeux qu'ils défendent ;
- c. décrire les premières étapes des processus de négociation ;
- d. questionner l'insertion de DOMINO dans des espaces de concertations existant et traitant de l'aménagement du territoire réunionnais.

Les personnes enquêtées dans le cadre de la CDA sont les agriculteurs, des techniciens, et les « grands acteurs ». Ces derniers sont des personnes ressources reconnues comme ayant une connaissance et une vision pertinente de la question du foncier agricole dans leur commune. Mais, ils ne sont pas nécessairement des représentants de groupes ou d'institutions participant aux décisions sur l'aménagement du territoire. Le fichier des personnes enquêtées par la CDA n'est pas nécessairement pertinent pour identifier des utilisateurs potentiels des outils DOMINO. Par contre, parmi les participants aux réunions du comité de pilotage invités par la Mairie se trouve des acteurs qui participent aux réflexions sur les dynamiques foncières agricoles à l'échelle communale mais également à des échelles plus globales permettant (potentiellement) l'intégration de la commune dans son environnement institutionnel et géographique plus large : APR, CA, Commissariat à l'Aménagement des Hauts, CNASEA, CPC, Conseil Général, Conseil Régional, Centre Technique Interprofessionnel de la canne et du Sucre, DAF, DDE, Ecologie Réunion, Fédération Régionale des Coopératives Agricoles (FRCA), Mission Parc, ONF, SAFER, Société d'Intérêt Collectif Agricole, Sucrière de la

Réunion, Sous-préfecture, Société Réunionnaise pour l'Etude et la Protection de l'Environnement et la Commune.

Il apparaît que les acteurs enquêtés sont soit du monde agricole, soit dans la sphère écologiste, soit des membres de la mairie. Ainsi, les autres acteurs de la société civile – des secteurs touristique et urbains notamment – n'ont quasiment pas été interviewés (un zonage à dire d'acteurs existe pour le tourisme). Or, chacun sait maintenant que ces autres activités ont également un impact sur la dynamique du foncier agricole (par exemple, en termes de régulation de l'activité agro-touristique pour éviter d'avoir des projets non rentables et une saturation du marché) et donc un point de vue sur son évolution. Il serait sans doute pertinent d'essayer de collecter leur opinion dans les futures CDA mises en place. Par ailleurs, au sein même de l'équipe CDA, il est facile de constater que tous les modèles de développement agricole (depuis un scénario d'intensification de l'agriculture jusqu'à un scénario de défense de la petite agriculture sociale) ne sont pas représentés. Mais ce constat est inévitable vu la multiplicité des acteurs agricoles. Et les enquêtes réalisées auprès de l'essentiel des acteurs agricoles visent bien à combler ce défaut. Ainsi la CDA tire sa légitimité vis-à-vis du monde agricole des institutions agricoles représentées dans l'équipe mais surtout des enquêtes qu'elle réalise et de sa capacité à restituer la variété de points de vue exprimés. Le problème est plutôt sa légitimité vis-à-vis des secteurs d'activités non agricoles. Aussi l'insertion des résultats de la CDA dans un PLU n'est pas acquise, les résultats peuvent très bien être détournés de leurs objectifs pour justifier une politique communale d'aménagement du territoire défavorable au milieu agricole. Par exemple, à Saint-Paul, l'équipe communale considère que le meilleur moyen de défendre le foncier agricole est de le limiter aux seuls espaces dans lequel il est reconnu comme rentable. N'oublions pas que les agriculteurs ne représentent qu'une infime frange de l'électorat communal. En plus, cette légitimité peut être mise à mal par la faible participation des agriculteurs au séminaire de restitution (ex : seuls 8 sur la quarantaine d'enquêtés étaient présents à Saint-Joseph !). Or la légitimité est un élément essentiel dans le rapport de forces qui s'engage dans les négociations finales avec la commune (ex Bras Panon, Saint-Paul). Certaines communes, pour qui la CDA n'est qu'un moyen de justifier une politique urbaine offensive (cf infra), peuvent voir dans cet équilibre de pouvoir favorable une justification à un plan d'aménagement territorial désavantageux pour le développement agricole.

Dans le processus de négociation qui aboutira à un document paraphé par les autorités compétentes, quatre éléments sont à considérer : le recueil d'information via les enquêtes, la restitution des résultats lors du séminaire à l'horizon 2020, la traduction des projets en fiches actions et les réunions du comité de pilotage.

Lors du séminaire, l'équipe de la CDA se positionne d'emblée en conciliateur recherchant le consensus entre les différentes parties prenantes du monde agricole. Cette posture est pour le moins sujette à caution car la Chambre d'Agriculture est un membre de poids dans le monde rural. Donc peut-elle décemment continuer d'afficher cette position neutre dans la démarche de la CDA en étant le « bureau d'étude » qui réalise le travail, tout en promouvant sa vision du devenir de l'agriculture et validant les résultats du processus de négociation qu'elle co-signe ? En d'autres termes, être juge et partie ne risque-t-il pas de délégitimer le travail ainsi effectué ?

En outre, la mise en application des fiches action demeure subordonnée au bon vouloir des porteurs de projets pour qui ce travail n'est pas nécessairement une priorité alors que leurs effectifs sont en nombre limité (restriction budgétaire de la CA en 2005 alors que les propositions de CDA se multipliaient). De plus, les modalités de sanction et de contrôle ne

sont pas clairement explicitées, alors que l'on sait l'importance de ces deux volets de la réglementation pour la rendre effective !

En réalité, il semble que le comité de pilotage soit le seul lieu véritable de négociation. Les résultats du séminaire et des enquêtes y sont présentés mais la décision politique finale prend en considération tel ou tel point de l'analyse de la CDA, rejette tel autre sans qu'une véritable rationalité politique puisse en être réellement dégagée. Les signatures des chartes antérieures donnent l'impression que c'est en fonction de paramètres multiples et variés que sera constituée la mouture ultime du document finalement paraphé par les différents partenaires. Ce constat est partagé dans le monde des sciences politiques travaillant sur les prises de décision sur la question environnementale (cf. 2.3.1.2).

Conclusion :

Bien que l'éclaircissement des dynamiques sociales agricoles (acteurs, interaction, enjeux) à l'échelle communale ait pu servir au projet DOMINO, trois éléments ont cependant limité un travail spécifique d'analyse de la prise de décision dans le cadre des CDA qui puisse ensuite être modélisé. D'abord, les membres de l'équipe de la CDA sont en fait des sortes de « chevilles ouvrières » qui ne prennent finalement que peu part à la décision politique finale. Ensuite, le Cirad travaillant depuis peu sur ces questions d'aménagement du territoire, l'équipe DOMINO n'a pas réussi à acquérir la légitimité scientifique nécessaire pour assister aux négociations véritables entre responsables d'institutions et la commune. Enfin, les choix de modélisation réalisés par l'équipe DOMINO (pour montrer les grandes tendances pertinentes à l'échelle de l'île) et le manque de données disponibles pour représenter l'échelle infra-communale des dynamiques sociales et foncières ont limité l'intérêt de l'exercice pour les membres des CDA et donc leur investissement dans le projet DOMINO (cf. 2.4)

2.3.1.4 Conclusion

Ces travaux sur les jeux d'acteurs du monde agricole ont permis de mieux décrire les dynamiques sociales affectant l'évolution du foncier agricole en se focalisant sur trois niveaux : l'individu, la commune, l'île.

Il est apparu que la perception que les agriculteurs ont de leur terre et de leur métier influence directement leur sensibilité et leur capacité à transformer leur foncier productif en un foncier à bâtir. L'enjeu économique est bien déterminant mais n'est pas le seul à favoriser ce passage. Les mutations de la société réunionnaise touchent également les agriculteurs qui s'installent avec d'autres contraintes économiques (rentabilité de l'exploitation) et sociales (recherche d'une qualité de vie, d'un travail moins pénible) pouvant accélérer cette transformation. Pourtant, il existe des freins liés à l'attachement patrimonial des agriculteurs à leur terroir, au développement d'une capacité d'innovation qui permettent de stabiliser la sole agricole.

L'analyse de la Charte de développement agricole de Saint-Joseph montre que certains de ces paramètres sont repris par le collectif agricole en charge de son élaboration. Les objectifs « assurer rentabilité économique des exploitations en développant notamment des niches écologiques, mettre en place structures agro-touristiques valorisant le patrimoine local » vont bien dans ce sens. Pourtant, entre la co-élaboration par l'équipe des chartes et la commune et son appropriation par cette dernière pour l'intégrer à son PLU se trouvent toute une phase de négociation puis de « traduction » du dispositif (Callon, 1992) dont les techniciens sont absents. Notons également que bien que la charte de développement agricole ait pour vocation

de réfléchir l'avenir du foncier à l'horizon 2020, elle ne se donne pas les moyens de réfléchir à un avenir sans les subventions actuelles à la production qui pourraient se tarir en 2013. La nature des débats montre bien que l'activité créatrice/imaginative des acteurs n'est que peu sollicitée. Du coup, les enjeux listés ne font que répercuter sur une plus longue période des dynamiques actuelles. Or le monde agricole est aujourd'hui à une étape charnière où s'opposent deux conceptions du modèle de développement agricole : rentabilité économique des exploitations et des filières *versus* développement de la multifonctionnalité de l'agriculture. L'enjeu est important car il en découle des structures de financement de l'activité agricole complètement différentes. Enfin, une fois que sont définies, dans chaque PLU, les priorités au niveau agricole, se pose le problème de leur intégration au niveau supérieur et des arbitrages à réaliser (par exemple : pourquoi développer telle ou telle niche productive dans cette commune plutôt que dans telle autre ? Pourquoi ne pas privilégier la concentration des exploitations en canne plutôt que de favoriser la petite exploitation dans les Hauts ?)

Face à ce constat on est en droit de se questionner sur la valeur novatrice que pourront effectivement apporter les CDA dans l'élaboration de nouvelles perspectives et stratégies de développement du milieu agricole. Une application de la modélisation d'accompagnement aux CDA aurait donc pu être pertinente, d'où l'implication de la Chambre d'Agriculture dans l'équipe DOMINO. Mais les choix méthodologiques réalisés rendaient incompatibles la représentation des comportements individuels, laquelle semblait nécessaire pour l'adoption de la démarche DOMINO dans le cadre des CDA.

Enfin, remontons encore d'un niveau et observons l'organisation de la concertation du monde agricole à l'échelle départementale (le Conseil Général ayant en effet la compétence dans le domaine agricole). L'analyse des jeux d'acteurs politiques a permis d'y apporter un éclairage certain en montrant que l'agriculture est du fait de l'organisation administrative de la Réunion mal représentée par les élus locaux au sein du conseil général. Pourtant, dans le jeu institutionnel entre la Région et le Département, le Conseil général a essayé d'asseoir sa position quant à l'aménagement du territoire en général et à la place de l'agriculture en particulier. Ainsi, le Conseil Général de la Réunion s'est lancé en 2005 dans une réflexion en termes d'aménagement du Territoire alors que les lois de décentralisation placent cette compétence sous l'égide des Régions, des EPCI et des communes ? Le Conseil Général entendait structurer son action politique autour de deux axes centraux : la lutte contre les inégalités et la volonté de participer pleinement à la réduction de la fracture sociale ; la lutte contre les disparités entre territoires pour limiter les écarts de croissance et donc au final les écarts en terme d'accès à un « statut social » équitable. Le premier de ces deux axes est servi par un cadre de référence déjà voté : le Plan de cohésion sociale ; le second par le SDADD, véritable plan de cohésion territoriale.

C'est dans ce dernier dispositif que se sont insérées les réflexions de l'ensemble des acteurs agricoles sur l'avenir de l'agriculture à l'horizon 2020 dans le cadre des « Cahiers de l'agriculture ». Un diagnostic participatif, des entretiens d'experts et des réunions consultatives ont été réalisées pendant l'année 2005, aboutissant à une proposition du Département quant à sa politique agricole. Cependant, l'analyse montre que même si l'exercice s'est voulu consensuel, la mise en place des projets et actions a fait apparaître des tensions entre les acteurs du monde agricole. Par exemple, la question foncière s'est vue accaparer par le CNASEA et l'on a assisté en 2007 à la mise en place par la Chambre d'Agriculture des assises du foncier agricole, marquant de fait sa volonté de réoccuper le terrain. Par ailleurs, il apparaît que les chiffres produits n'ont pas été établis en accord avec la

Direction de l'Agriculture et de la Forêt qui ne souhaite pas labelliser le travail de prospective. Le monde agricole peine donc à parler d'une même voix au niveau de l'île, et cela a des conséquences également dans la défense du foncier agricole dans le cadre du SAR où il est notamment confronté à des enjeux urbains beaucoup mieux formalisés et pris en compte par les décideurs politiques.

L'analyse de ces dispositifs de concertation montre que le contexte de réflexion sur la place de l'agriculture dans l'aménagement du territoire était propice à la mise en place de notre démarche de modélisation d'accompagnement à l'échelle régionale. Mais seuls trois points de vue d'agents de développement agricole (CA, CPC et APR) ont ainsi été présents au sein de l'équipe DOMINO (cf. 2.4).

2.3.2 Modélisation

Plusieurs types d'outils ont été développés au cours du projet, du système d'information géographique au modèle numérique, leur conception et utilisation ayant été plus ou moins collective. Notre démarche générale relevant de la modélisation d'accompagnement, ce chapitre décrit chacun de ces outils en détaillant notamment l'origine de la demande dans la partie « analyse des besoins », la méthode suivie pour son développement dans la partie « Conception et implémentation » et son utilisation dans la partie « Tests, Utilisation et maintenance ».

Sur le site de la Réunion, ont été développés et/ou mobilisés dans le cadre de DOMINO par ordre chronologique :

- un SIG : l'atlas DOMINO qui rassemble les couches spatiales utilisées par DS.
- un automate cellulaire : Géonamica-Réunion développé dans le cadre de l'HDR d'un des membres de l'équipe DOMINO-Réunion.
- un SMA : DS, dont il existe deux versions selon les participants à sa conception, soit DS et DS-SAR
- un modèle d'optimisation développé dans le cadre du projet APIC-BIO remobilisé ensuite en lien avec DS.

2.3.2.1 ATLAS DOMINO Réunion

2.3.2.1.1 Analyse des besoins

Des Atlas de la Réunion existaient avant le projet DOMINO, notamment l'Atlas de la Réunion réalisé par l'INSEE et l'Université de la Réunion en 2003 (Collectif 2003), mais les données qu'ils regroupaient ne couvraient pas l'intégralité de nos besoins en termes de nature d'informations (nomenclature inadaptée de mode d'occupation des sols, par exemple) et de mise à jour des données (certaines données n'étaient plus valides en 2003, date référence que nous nous étions fixé). La nécessité d'un nouvel atlas est donc apparue afin d'une part de rassembler toutes les informations dont nous disposons sur la question sous un format cohérent, d'autre part d'identifier les nouvelles informations à développer. Notre atlas devait aborder quatre aspects de la question d'affectation des terres :

1. les modes d'occupation des sols (MOS);
2. les perceptions des acteurs sur ces modes d'occupation des sols;

3. les réglementations affectant le choix d'un mode d'occupation du sol plutôt qu'un autre ;
4. les atouts ou contraintes intrinsèques au milieu favorisant un type de mode d'occupation plutôt qu'un autre.

Pour permettre une réflexion prospective sur l'aménagement du territoire, nous avons besoin (i) d'un jeu de données actuelles (2003), (ii) de données passées pour le calibrage des modèles et l'identification des tendances actuelles, (iii) et enfin, de projections futures pour les comparer par la suite à nos résultats de simulation.

Au début du projet deux bases de données de MOS couvrant l'ensemble de l'île étaient disponibles : la BD topographique de l'IGN pour l'année 1997 et les résultats du projet TEMOS pour 1989 et 2003 (Lagabrielle et al. 2006). Pour cette dernière, la nomenclature ne différenciait pas toutes les activités agricoles des végétations naturelles alors que le détail de la première rendait son utilisation immédiate dans nos travaux. Nous avons donc élaboré notre propre carte de MOS pour 2003, puis retravaillé les cartes des années précédentes pour les rendre compatibles avec notre nomenclature simplifiée distinguant surfaces agricoles, urbaines et autres.

Les perceptions avaient été en partie collectées et analysés dans le projet « Zonage à dire d'acteur de la Réunion » piloté par le CIRAD et l'APR (Piroux 2004). Ce travail a agrégé les perceptions de multiples acteurs du territoire sur la typologie de leur environnement actuel et sur sa potentielle évolution dans les années à venir. Trois grandes catégories sont ressorties correspondant aux nôtres à savoir les espaces urbains, agricoles et « le reste » ou « le rêve ». Notre travail de modélisation ayant finalement abandonné les aspects décisionnels pour se focaliser sur les processus effectifs d'affectation des terres cette information n'a pas été réutilisée et du coup c'est toute la section perception qui a été éliminée de l'atlas.

Concernant les réglementations, nous disposions du zonage du SAR de 1995 et d'un jeu de zonages de POS pour toutes les communes de l'île hormis Salazie qui n'en possède pas. La nomenclature complexe de ces zonages d'urbanisme devait cependant être simplifiée pour notre étude. Nous avons également à notre disposition les cartes réglementaires liées à la protection de la nature (ENS, ZNIEFF, etc).

Le dernier point était sans doute le moins avancé au début du projet. Nous disposions d'une couche de potentialité canne et élevage mais n'avions d'information ni sur les potentialités maraîchères et arboricoles, ni sur les potentialités à la conservation naturelle ni sur les potentialités urbaines. Enfin l'INSEE disposait de nombreuses informations sur la dynamique de population mais pas toujours spatialisée.

2.3.2.1.2 Conception et implémentation

L'ambition initiale était de créer un ATLAS qui aurait eu une vie propre en parallèle de la phase de modélisation dynamique permettant de débattre ces informations avant de les mettre en interactions les unes avec les autres. Nous disposions d'énormément de données sur la thématique, cependant le plus souvent ces données ne couvraient pas l'ensemble de l'île, n'avaient pas été mises à jour, ou nécessitaient un complément d'information pour devenir pertinentes sur la thématique.

Nous avons commencé par compléter les données dont nous disposions en développant les données suivantes :

- les modes d'occupation du sol de 1975 (numérisation de l'Atlas CNRS de la Réunion) ;

- les modes d'occupation du sol de 2003 ;
- les espaces agricoles à conserver prioritairement ;
- différents assemblages de couches réglementaires de conservation des espaces naturels ;
- les densités de population en 2003 ;
- l'attractivité urbaine en 2003 ;
- les potentialités agricoles en 2003 ;
- les potentialités naturelles en 2003 ;
- les potentialités urbaines en 2003 ;
- les zones de conflits potentiels du fait de la superposition de forts potentiels naturels, urbains et agricoles ;
- identification du mode d'occupation optimum en 2003 en fonction de la potentialité maximale.

Mais rapidement la mise à jour et le développement de nouvelles couches d'information se sont cantonnés au strict nécessaire pour la phase suivante du projet de modélisation des dynamiques sectorielles. Le lien entre le développement d'une base de données et son utilisation est de fait obligatoire pour toutes les informations puisque la nature et le format de ces informations doivent être adaptés à l'utilisation qui est ensuite envisagée. Par exemple, pour la carte d'occupation des sols, la typologie à adopter devait correspondre au traitement que le modèle pourrait en faire. Il n'était pas nécessaire de différencier le maraîchage de l'arboriculture puisque nous n'avions pas identifié les déterminants poussant un agriculteur à passer d'une spéculation à l'autre. La validité des cartes développées n'est d'ailleurs à envisager qu'au regard de l'utilisation qui en était faite dans le modèle dynamique.

La validité des cartes de l'atlas a essentiellement été éprouvée par l'acceptation des participants à la modélisation (équipe DOMINO et Cellule SAR). Il faut cependant différencier deux cas de figure. En effet, les cartes construites par l'équipe DOMINO ont fait l'objet de discussions et de corrections au sein du groupe. Alors que les cartes fournies par la Cellule SAR afin d'alimenter l'illustration des scénarii qu'ils avaient définis ont été développées par leur soin sans mise en débat au sein de groupe multisectoriel¹².

Afin de capitaliser l'information nous avons créé un catalogue de métadonnées et un atlas cartographique qui a été inséré dans le guide utilisateur du modèle DS (Botta et al. 2007). Les cartes ci-dessous illustrent le type de données dans l'atlas et les informations listées dans le catalogue de métadonnées.

¹² Il s'agissait de couches d'information représentant les différentes versions de potentialités urbaines, les couches de conservation des espaces naturels (maximale et minimale), et une version retouchée des espaces agricoles à conserver prioritairement.

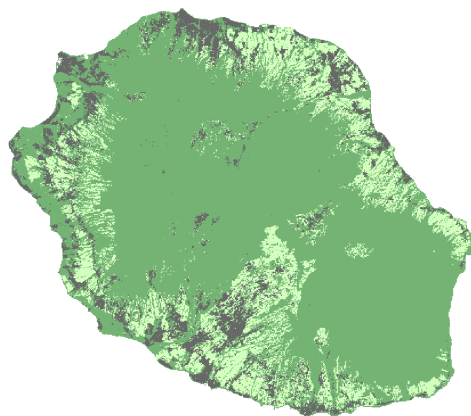


Figure 12 : Carte du MOS initial (Source : DOMINO, APICBIO)

- espace urbain
- espace agricole
- espace naturel

Cette carte représente les modes d'occupation du sol de l'espace géographique terrestre réunionnais en 2003. A l'origine, 44 types d'espaces ont été différenciés à partir de données fournies par plusieurs partenaires (CIRAD-TEMOS, Université, Mission Parc national,

Agorah, Insee, IGN). A l'issue d'un important travail de synthèse mené par les groupes de travail DOMINO et APICBIO, l'ensemble du territoire a finalement été cartographié selon trois classes, différenciant les espaces urbains, agricoles et naturels.

Cet effort de synthèse, réalisé sur des données qui n'étaient pas toujours cohérentes entre elles, a nécessité des choix méthodologiques qui induisent nécessairement de prendre des précautions quant à l'analyse des résultats. Notamment, il a été décidé que la foresterie devait être considérée comme relevant des espaces naturels et non des espaces cultivés. Autre exemple, le bâti dispersé, inclus dans le zonage urbain, comporte une part de bâtiments à vocation agricole qui n'ont pas pu être distingués.

Figure 13 : Carte de conservation agricole n°1 (Source : CP Canne, FRCA)



- enjeu agricole très fort
- enjeu agricole fort
- enjeu agricole nul

Cette carte est issue d'une analyse des cartes de potentialités de culture de canne à sucre et d'élevage, en excluant les espaces construits, fortement mités ou présentant une faible valeur agricole (par exemple, les espaces trop enclavés ou encore ceux présentant une trop forte pente).

Le zonage définit deux niveaux de priorité de mise en défend des surfaces agricoles, selon que l'espace est soumis à un enjeu agricole très fort ou bien considéré comme moins important.

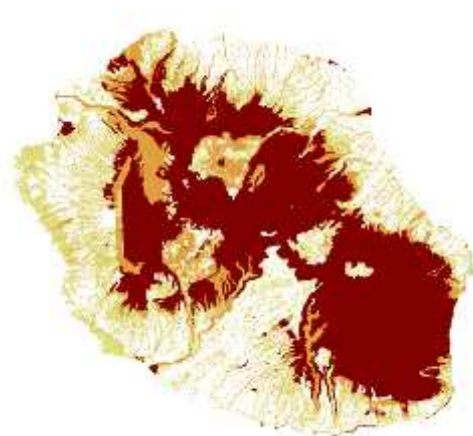
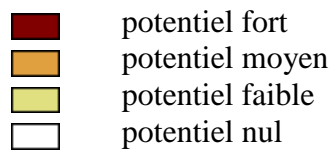


Figure 14 : Carte de potentialités naturelles (Source : CIRAD, Agorah, Mission Parc, Université de la Réunion, en collaboration avec le projet APICBIO)



Elle est construite à partir du MOS : à chacun des 44 types d'espaces différenciés initialement dans le MOS, a été attribuée une note de potentiel naturel :

- Les espaces naturels en bon état de conservation ont un potentiel fort.
- Les espaces naturels dégradés (tâches de végétation indigène) et la sylviculture d'espèces indigènes (tamariniaie + bois de couleur) ont un potentiel moyen, au même titre que les ravines (qu'on considère comme étant de potentiels foyers de biodiversité).
- Les espaces mal connus, ceux où l'on observe d'autres végétations arborées, les friches ainsi que les savanes littorales ont un potentiel faible.
- Enfin, les zones urbaines, agricoles (culture de canne, prairies) ou désignées comme naturelles mais correspondant en fait à de la sylviculture d'espèces exotiques ont un potentiel nul.

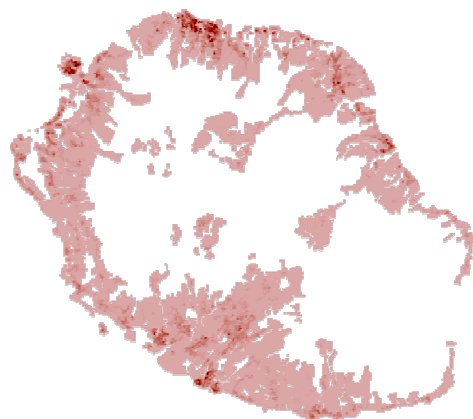
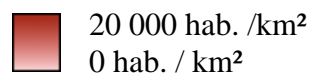


Figure 15 : Carte de densité de population. Source : CIRAD, Université, d'après un extrait de l'Atlas de la Réunion (Collectif 2003)



Cette carte représente la densité de population sur l'île en 2003. Elle s'appuie sur une carte de l'Atlas Réunion présentant la densité par îlots de population en 1999.

Pour se conformer aux exigences de l'application DS, la carte initiale, présentant des îlots de taille variable, a été discrétisée de manière à créer une grille au carroyage régulier rendant compte de la répartition de la population. Les données ont ensuite été extrapolées pour correspondre au nombre d'habitants de 2003.

2.3.2.1.3 Tests, utilisation et maintenance

L'étude de contexte présentée en 2.3.1.1 a repris une partie de ces informations sur un territoire plus réduit, la commune de la Plaine des Palmistes, afin d'analyser la pertinence de leur comparaison éventuelle. Cette comparaison ayant soulevée de nombreuses questions auxquelles nous n'avions pas les moyens de répondre à l'échelle de l'île, elle n'a pas été généralisée ensuite à l'ensemble de la Réunion.

Voyons maintenant comment ces informations sont été remobilisées dans un cadre de modélisation dynamique.

2.3.2.2 DOMINO-SMAT (DS)

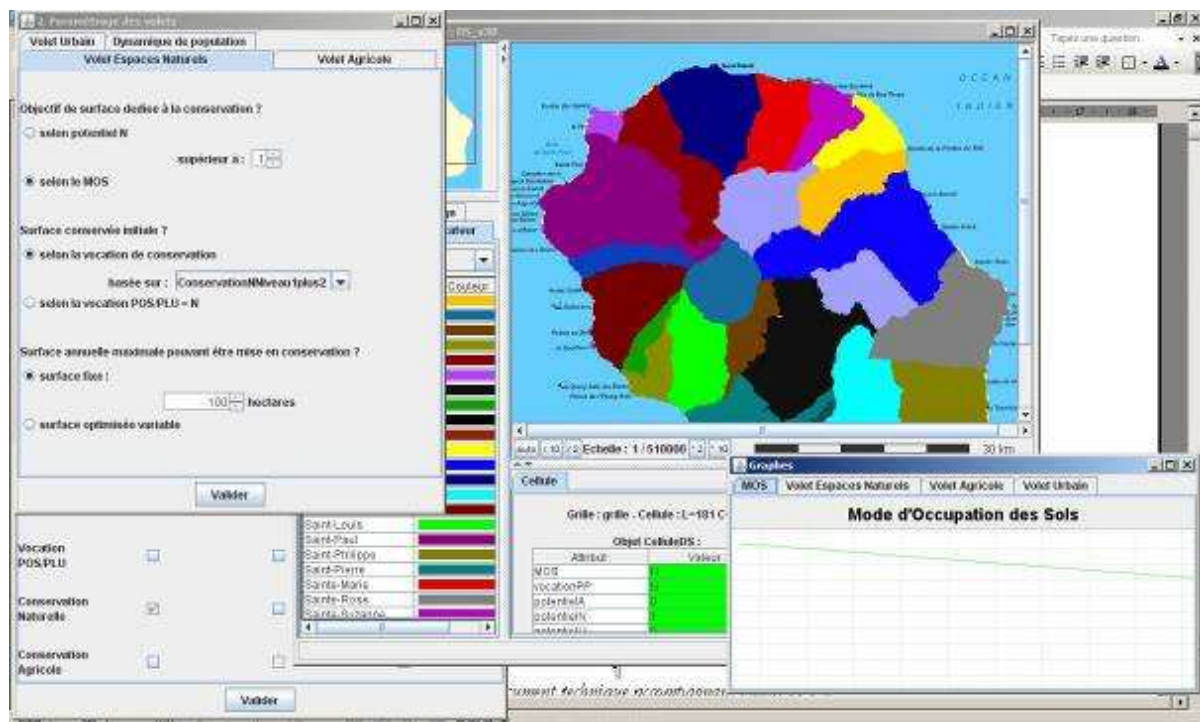


Figure 16 : Interfaces de simulation du modèle DOMINO-SMAT

2.3.2.2.1 Analyse des besoins

Dès la conception du projet, le SMA avait été envisagé comme support privilégié afin de mettre en interactions les dynamiques sociales et environnementales identifiées comme pertinentes pour l'affectation des terres.

Dans les espaces de concertation associés à la réalisation du SDADD, du SAR ou des CDA, les dynamiques environnementales étaient très peu souvent mentionnées comme étant essentielles à la planification de l'aménagement du territoire. Bien évidemment les contraintes physiques du milieu comme les risques d'inondation ou la qualité des sols étaient pris en compte, mais leurs potentielles évolutions étaient considérées comme négligeables vis-à-vis d'autres déterminants comme la stratégie foncière des grands propriétaires ou de la politique des filières agricoles. Notre modèle se focalise donc sur les dynamiques sociales plutôt que sur les dynamiques des ressources comme l'eau ou la qualité des sols.

Deux besoins en terme de modélisation ressortaient de ces mêmes discussions : un modèle purement agricole afin de mettre en perspective les perspectives territoriales des différentes filières, et un modèle multisectoriel ne détaillant pas obligatoirement les diverses spéculations agricoles mais permettant de repositionner les activités agricoles vis-à-vis des besoins de logements et de la protection des espaces naturels. C'est cette deuxième question que nous avons choisi de traiter avec l'outil SMA.

2.3.2.2.2 Conception

Deux prototypes ont été produits par le projet. Un premier modèle, DS, développé au sein du groupe DOMINO Réunion, puis une seconde version, DS-SAR, suite aux modifications apportées par la Cellule SAR. Ces dernières consistaient essentiellement en de nouvelles fonctionnalités apportées à DS. Les paragraphes suivants de ce chapitre se référeront à la version DS-SAR, étant donné qu'elle est la plus complète. Une fois décrite la logique générale du modèle, nous détaillerons sa structure, sa dynamique et enfin les leviers de scénarisation et indicateurs disponibles pour les utilisateurs potentiels.

Notre description des dynamiques territoriales expliquant l'affectation des terres à la Réunion considère trois niveaux d'organisation (région, microrégion et parcelles) et trois grands modes d'occupation de l'espace auxquels nous nous référerons par la suite sous le terme de « secteur » (les espaces naturels, agricoles, et urbains). Toute la logique du modèle est basée sur une approche spatiale des stratégies d'expansion de chacun de ces secteurs. Le niveau communal, bien qu'essentiel dans les processus d'affectation des terres car seul opposable, n'est considéré dans ce prototype qu'à travers la réglementation des POS et PLU, et ce directement au niveau des parcelles.

L'objectif de la modélisation est de montrer quel MOS pourrait résulter de différents scénarii, lesquels tiennent compte des interactions entre les trois secteurs et des objectifs propres à chaque secteur. L'objectif du secteur Agricole est d'atteindre une surface agricole donnée sur l'ensemble de l'île en transformant des parcelles en MOS Agricole (prioritairement les cellules de plus fort potentiel agricole) ; l'objectif du secteur Naturel est d'atteindre une surface conservée donnée sur l'ensemble de l'île en affectant un statut d'aire protégée à des parcelles (prioritairement les parcelles à plus fort potentiel de biodiversité) ; l'objectif du secteur Urbain est de loger la population dans les espaces urbains en faisant passer des parcelles en MOS urbain pour répondre à la demande de logement (prioritairement les cellules de plus fort potentiel à l'urbanisation).

Structure

DS est un modèle dynamique dont la structure informatique est basée sur les principes de conception agent. Le modèle distingue :

- des agents correspondant aux niveaux d'organisation qui gèrent notamment la dynamique démographique incluse dans le modèle : une région, quatre microrégions, des « parcelles »¹³ dont le nombre varie selon la résolution spatiale choisie.
- des objets cellules correspondant à la localisation géographique des agents "parcelles".
- 3 macro-agents (chacun représentant un secteur donné) qui gèrent l'affectation des terres à l'échelle de l'île en agissant directement sur les cellules du sol : un agent Agricole, un agent Naturel, un agent Urbain.

Afin d'avoir une vue globale de l'architecture du modèle, la Figure 17 représente le diagramme de classe du modèle. Elle reprend l'ensemble des entités existantes ainsi que les liens qui les unissent, permettant également d'appréhender les fonctions existantes au sein de chaque entité.

¹³ Le terme de parcelle bien que pouvant avoir différentes connotation (agricole, cadastrale, etc.) est ici employé pour différencier la notion d'agent qui gèrera la dynamique de la population de l'objet cellule qui lui stocke toutes les informations spatiales associées à la parcelle.

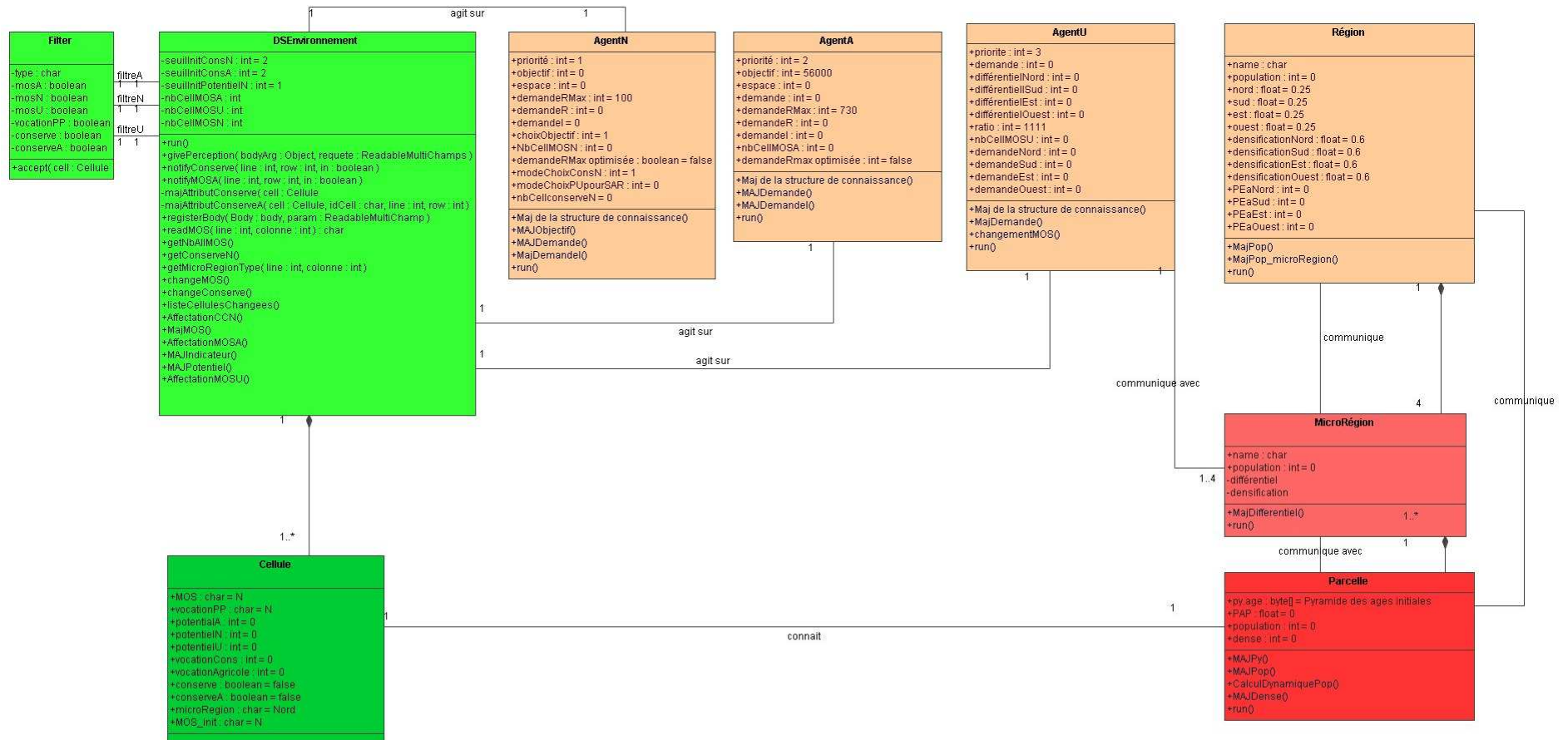


Figure 17 : Diagramme de classe du modèle DS-SAR.

Les agents en rouge sont des agents sociaux alors que les agents en vert sont les agents spatiaux. Enfin les nuances d'intensité de couleur reflète le niveau d'organisation auquel l'agent intervient (foncé : île, médium : microrégion, clair : parcelle)

Dynamique

Le pas de temps du modèle est annuel. Les dynamiques des secteurs naturel, agricole, et urbain agissent successivement sur l'environnement ; le fonctionnement du secteur urbain est couplé avec une dynamique de population basée sur des paramètres démographiques (natalité, mortalité, pyramide des âges à l'échelle de la Parcelle).

Les diagrammes de séquence ci-dessous reviennent plus précisément sur la dynamique d'un pas de temps de simulation et sur le lien entre dynamique urbaine et dynamique de la population.

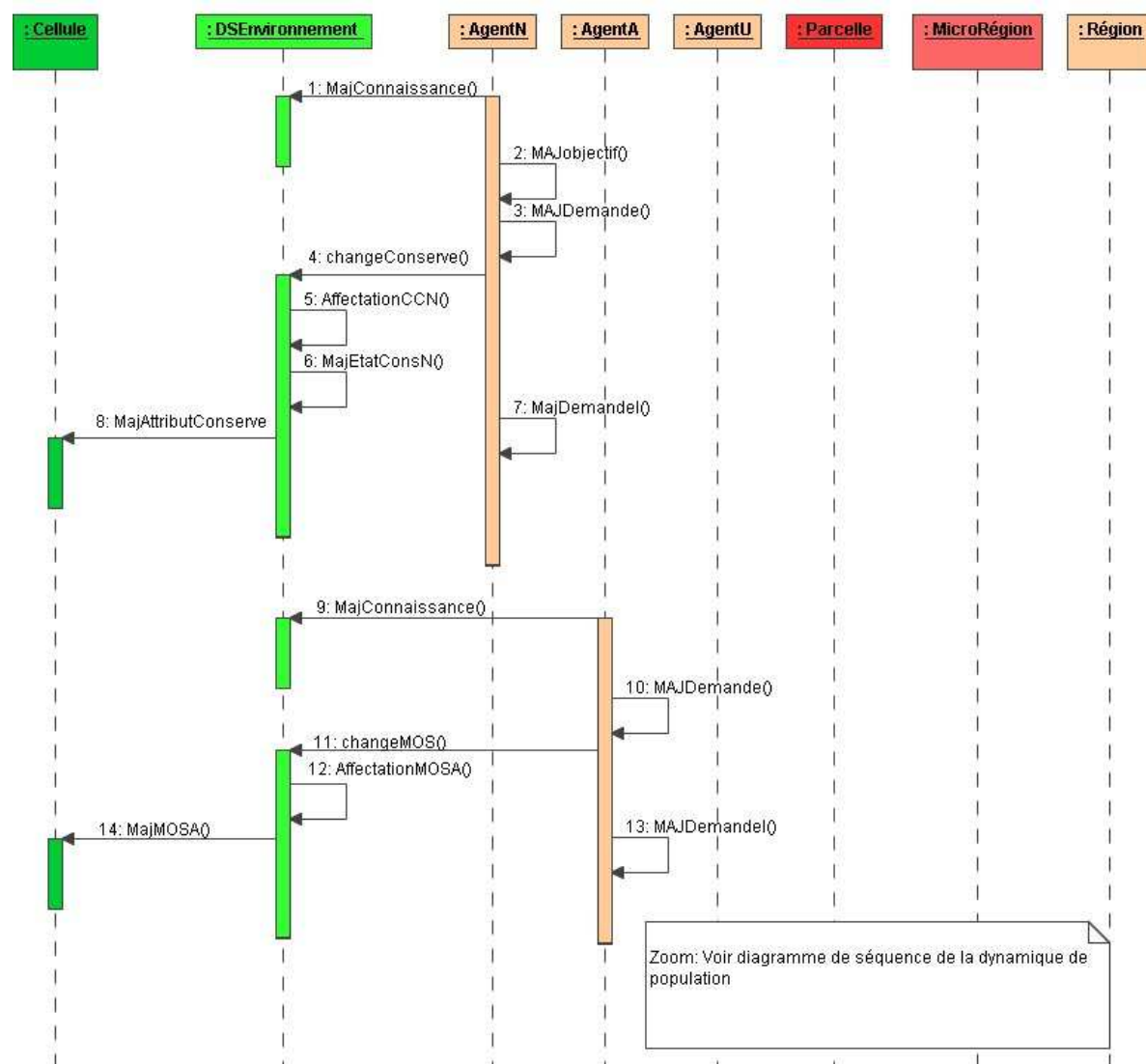


Figure 18 : Diagramme de séquence d'un pas de temps de simulation

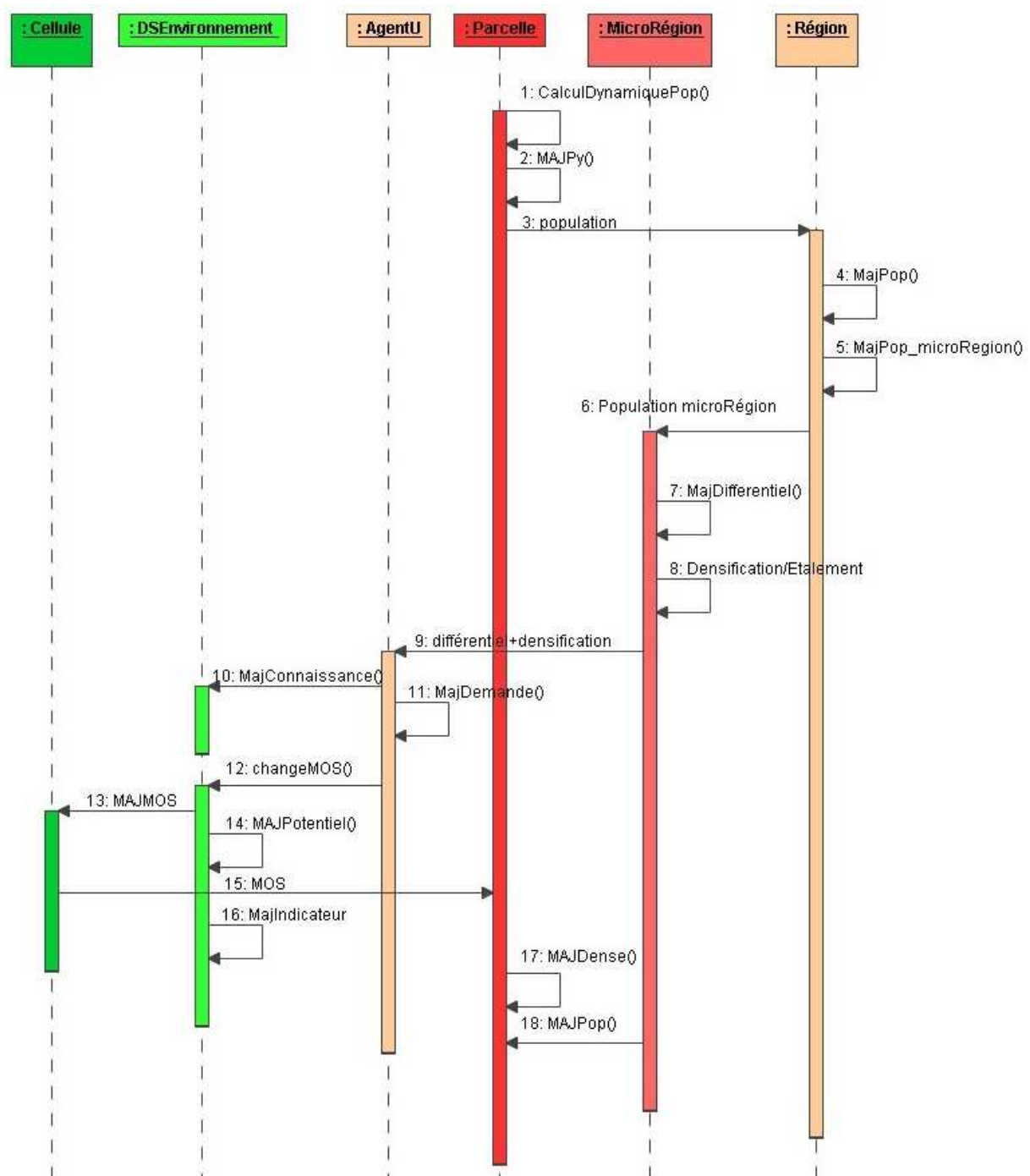


Figure 19 : Diagramme de séquence de la dynamique de population et son couplage à la dynamique d'urbanisation du volet U

Leviers pour la définition des scénarii

Ils sont de deux types : les règles de dynamique de chaque secteur (la Figure 20 montre les interfaces de définition de la dynamique de répartition de la population)

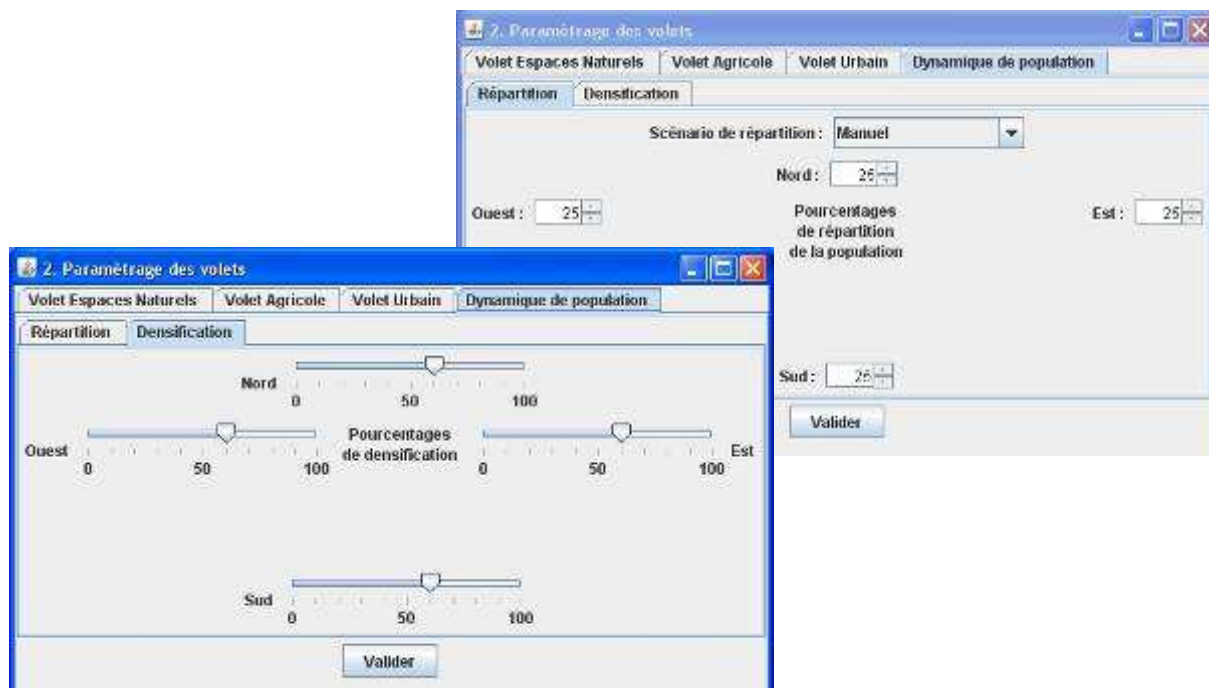


Figure 20 : Interfaces de définition de la dynamique démographique du modèle

- la matrice d'interactions entre secteurs (Figure 21)

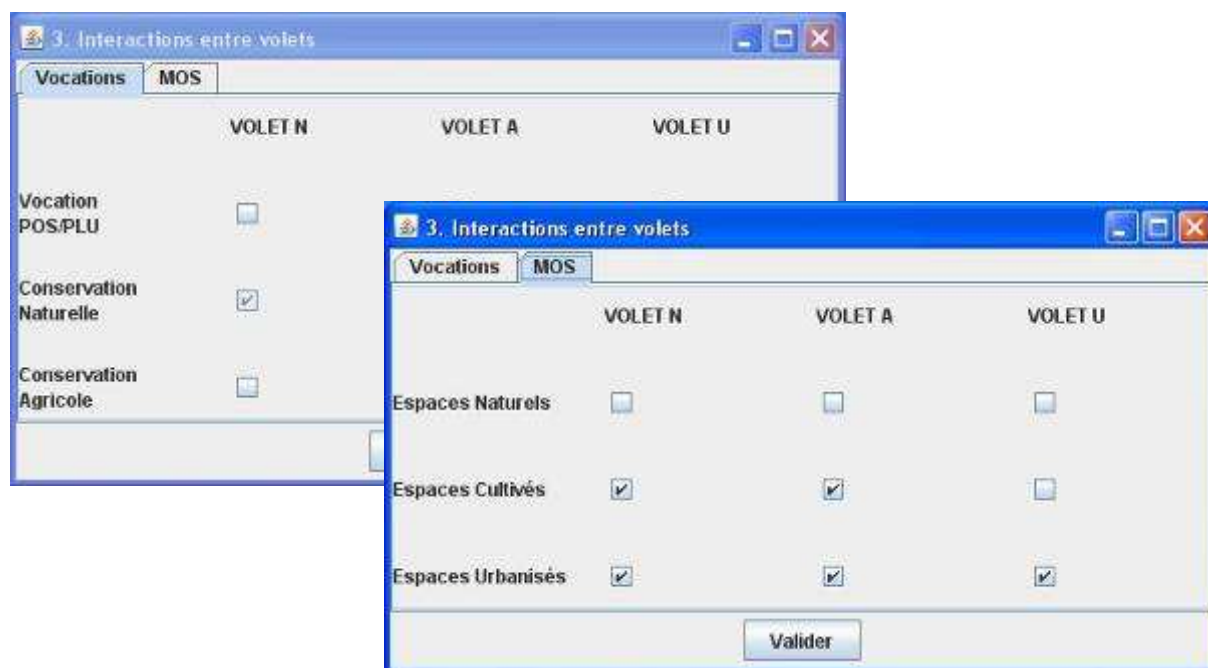


Figure 21 : Interface de définition d'interaction entre les volets. Chaque volet doit cocher les documents multisectoriels ou sectoriels qu'il prendra en compte

Indicateurs disponibles

Les indicateurs disponibles permettant d'analyser les résultats de simulations sont de deux types : spatialisés ou non (cf.

Tableau 5)

Spatialisés	Non spatialisés
<ul style="list-style-type: none"> - Carte de potentialités naturelles (perte de potentialité quand la cellule est urbanisée ou mise en culture) - Carte de potentialités agricoles (perte de la potentialité quand la cellule est urbanisée) - Carte de densité de population, avec la distinction des espaces les plus densément peuplés (seuil fixé à 50 habitants par hectare) - Carte du MOS 	<ul style="list-style-type: none"> - Inventaire en fin de simulation des surfaces agricoles en fonction de leur potentialité agricole - Nombre de cellules nouvellement agricoles, et nombre de cellules agricoles ayant changé d'affectation - Surface cultivée finale estimée en fonction du nombre de cellules nouvellement agricoles, et nombre de cellules agricoles ayant changé d'affectation. - Inventaire en fin de simulation des surfaces naturelles en fonction de leur potentialité naturelle - Inventaire en fin de simulation des surfaces urbaines en fonction de leur densité de population - Demande agricole non satisfaite

Tableau 5 : Indicateurs disponibles dans le modèle DS-SAR

Principales limites de l'outil :

Comme pour tout modèle, les résultats de simulation de DS et leur interprétation sont étroitement liés aux hypothèses de modélisation.

Le modèle DS adopte une approche spatiale généralisatrice et simplificatrice des dynamiques sectorielles et intersectorielles d'utilisation de l'espace à la Réunion.

La complexité des processus économiques, sociaux et biophysiques sous-tendant ces dynamiques n'est pas représentée dans l'outil. De plus, seuls des comportements agrégés permettant de décrire les grandes tendances sont considérés. Dès lors, des changements majeurs affectant la traduction spatiale des processus socio-économiques ou la pertinence des comportements agrégés pourraient invalider les résultats de ces simulations (par exemple, si une partie de l'eau prévue par le projet de basculement des eaux n'arrive pas dans le PILO, les potentiels agricoles de l'ouest ne seraient pas modifiés, et donc le volet agricole continuerait de vouloir mettre en culture les cellules de potentiel agricole fort dans des zones sèches impropres à la culture sans irrigation)

Sur la dynamique urbaine : l'étalement se faisant de façon homogène en fonction de la dynamique démographique durant une simulation donnée, l'impact d'un changement de bâti non directement lié au nombre d'habitants (par exemple : l'implantation d'un nouveau bassin d'emploi ex-nihilo comme une ZAC) n'est pas représenté.

Sur la dynamique agricole : l'interprétation de la simulation de l'évolution du MOS doit se faire en combinant résultats qualitatifs et quantitatifs. Notamment, l'analyse de l'évolution des surfaces brutes agricoles en fin de simulation dépend du nombre relatif de cellules agricoles initiales perdues et de nouvelles cellules ayant été mises en culture.

Enfin concernant la dynamique dite naturelle, celle-ci ne se réfère qu'à une dynamique de mise en conservation et d'évolution du potentiel de biodiversité des milieux dit « naturels ». Aucune autre considération n'a été prise en compte, comme une valorisation touristique des espaces naturels, ou une valorisation écologique des espaces agricoles. D'autre part les espaces dits « naturels » sont définis par opposition aux espaces urbains et agricoles (hors foresterie). Cela inclut des espaces couverts par :

- de la végétation indigène peu ou pas transformée;
- de la végétation indigène envahie (densité moyenne à forte d'espèces envahissantes),
- de la végétation secondarisée (100 % d'espèces exotiques),
- des exploitations forestières d'espèces indigènes ou exotiques,
- des friches agricoles plus ou moins anciennes,
- des sols nus non artificialisés

En réalité, ces espaces bien qu'ayant un MOS classé comme Naturel, ne représentent pas tous le même type et le même niveau d'enjeu de conservation. Il existe ainsi à différents niveaux, des espaces à fort enjeu pour la conservation de la biodiversité, pour la pratique de loisir liés à la nature ou pour la valeur esthétique du paysage, etc.

En outre, dans un scénario donné, le modèle applique systématiquement les mêmes règles de fonctionnement durant toute la simulation. Ainsi les règles et couches d'information initiales ne sont pas remises en cause par les résultats intermédiaires de simulation. Prenons l'exemple d'un scénario où la règle de fonctionnement du volet agricole est de respecter la carte de conservation environnementale. Si au cours de la simulation il n'y a plus d'espace disponible pour atteindre son objectif de surface agricole, il ne consommera pas les espaces naturels conservés même si ceux-ci ont un potentiel agricole non nul. Plus la durée de la simulation est longue plus cette limitation devient cruciale.

Enfin, la résolution spatiale de la simulation quel qu'elle soit (la cellule devant être d'une superficie supérieure à 4ha) et les simplifications du modèle permettent de simuler les grandes tendances d'évolution de l'occupation du sol à l'échelle du 1/100 000. Compte tenu de la résolution des informations géographiques utilisées entrée de simulation et des simplifications logiques inhérentes au modèle, une lecture fine (< 1/100 000) des sorties du modèle serait abusive.

2.3.2.2.3 Tests, utilisation et maintenance.

En lien avec les deux versions du modèle, il y a eu deux utilisations du support SMA. DS, bien qu'ayant été peu utilisé une fois finalisé a servi de support à la construction d'une représentation partagée des principales dynamiques jouant sur l'affectation des terres à la Réunion au sein du groupe DOMINO Réunion. Il a permis à chacun des groupes traitant des volets agricole, urbain et naturel, de construire son argumentaire en lien avec les demandes des autres sur des bases communes. Ces argumentaires ont été repris par les chercheurs dans leur thématique propre (planification de la conservation de la biodiversité (Lagabrielle 2007) ou modélisation du fait urbain (Lajoie 2007), et par les agents de développement dans la phase suivante de développement et d'utilisation de DS-SAR. Les paragraphes suivants détaillent les étapes de l'utilisation de DS-SAR.

Apport de DOMINO à la démarche de révision du SAR

La collaboration entre le projet DOMINO et la révision du SAR a commencée suite à la présentation faite de DS à la Cellule SAR en octobre 2006 (cf. 2.2.2). La Cellule SAR avait dans les phases précédentes de sa démarche défini quatre scénarii d'aménagement contrastés en hiérarchisant pour chacun leur enjeux ou défis prioritaires et les principaux leviers permettant d'atteindre les objectifs associés (cf. Setec Organisation et Safege 2007) :

- tendanciel ;
- organiser la ville d'un million d'habitants ;
- organiser l'espace en fonction du patrimoine naturel, des risques et du recours aux ressources ;
- organiser en profondeur l'aménagement économique de l'espace.

Les bureaux d'études engagés dans la démarche de révision du SAR avaient spatialisé les principes d'aménagement associés à chaque scénario par une schématisation chorématique, mais cette représentation simple ne permettait pas de représenter les effets couplés des leviers actionnés. Par exemple, elle ne permettait pas d'illustrer en quoi une stratégie donnée de densification du tissu urbain affectait la réalisation des objectifs de conservation des espaces agricole ou naturels. Inversement, la question « comment évoluait la densité urbaine si les espaces agricoles et naturels étaient « mis sous cloche » ? » ne pouvait être adressée. C'est pour combler ce manque que nous avons contractualisé entre DOMINO et la Cellule SAR afin d'utiliser une version révisée de DS pour illustrer la résultante spatialisée de leur quatre scénarii d'aménagement.

Traduction des scénarii du SAR dans le SMA

Notre premier travail a consisté à traduire chacun des scénarii en termes de leviers pour DS. Ce travail a nécessité plusieurs modifications du prototype :

- complexification de la dynamique démographique du fait de l'introduction d'un niveau d'organisation supplémentaire (la microrégion),
- complexification des indicateurs agricoles afin de qualifier grossièrement la valeur agronomique des surfaces agricoles simulées par le modèle
- ajout de nouvelles cartes d'entrée du modèle (potentialités urbaine, conservation agricole,...).

Afin d'illustrer ce travail prenons l'exemple du scénario tendanciel défini par la Cellule SAR. La philosophie générale du scénario tendanciel est décrite comme suit : « Ce scénario présente le devenir possible de La Réunion dans les conditions d'une poursuite des dynamiques en cours dans le cadre réglementaire du SAR en vigueur. Il ne s'agit pas du scénario du laisser faire. Ce scénario consacre le « tout automobile » et l'alimente dans un cercle vicieux qui rend très difficile la mise en place de transports collectifs efficaces et qui génère une sclérose des déplacements à long terme. Ceci induit un étalement de l'urbanisation et par conséquent une augmentation des pressions sur l'environnement. » (Setec Organisation et Safege, 2007)

Seuls certains des leviers de chaque scénario ont pu être traduits dans DS, notre modèle ayant une approche extrêmement simplifiée des dynamiques d'aménagement du territoire, voici ceux qui ont été intégrés :

- Répartition de la population :

Microrégion	Population attendue par microrégion à l'horizon 2030	Pourcentage de densification
Est	160 000	50%
Nord	200 000	70%
Sud	380 000	60%
Ouest	260 000	60%

- Emprise spatiale urbaine : 1 111 m² par demandeur supplémentaire (emprise moyenne entre 1997 et 2003 en comparant les données de population de l'INSEE et d'étalement urbain de l'Agorah)
- Carte de potentialités urbaine 1 (évaluée sans contrainte supplémentaire que les contraintes physiques : potentialité issue du croisement de critères physiques comme la pente et des critères d'attractivité d'infrastructures déjà existantes comme les axes routiers) plus les zones de Cambaie et la périphérie de la route des Tamarins en potentialités fortes)
- Objectif Agricole : ~ 42 000 ha (surface identique à celle de 2003)
- Capacité de mise en valeur agricole : 200 ha/an
- Carte de conservation naturelle 1 (minimale)
- Les volets urbain et agricole respectent la carte de « conservation naturelle »
- Le volet urbain ne respecte pas la carte de « conservation agricole »

En plus du schéma chorématique (cf. figure 21), cette simulation a ainsi permis d'illustrer trois phénomènes (cf. Tableau 6, figures 22 et 23) :

- La poursuite du développement urbain sans une véritable maîtrise du processus de densification : les zones bâties continuent de s'étendre de manière privilégiée le long des axes routiers principaux augmentant la pression foncière sur la frange littorale. Le pourcentage d'espaces densément peuplés demeure stable sur la période.
- Une décroissance faible des espaces agricoles due à une compensation presque complète entre pertes et reconquêtes agricoles simulées (4 500 ha contre 3 500 ha). L'estimation la plus réaliste de cette perte pour le monde agricole est donnée par une comparaison des surfaces cultivées estimées 2003 et 2030. De plus, parmi les superficies agricoles perdues, 2 800 ha correspondent à des surfaces à fort potentiel agricole.
- Par consommation successive de l'urbain sur les espaces agricoles et naturels et de l'agricole sur les espaces naturels, ces derniers diminuent d'une surface équivalente à l'augmentation des espaces urbains. Seuls les espaces naturels non conservés sont touchés par cette décroissance, et les surfaces de potentiel naturel fort ne sont que peu concernées par cette perte. Des tests ont été réalisés tout au long du développement de l'outil pour vérifier la cohérence interne du modèle. Cependant aucune validation

poussée n'a été réalisée autre que la validation des sorties par participants à la modélisation.

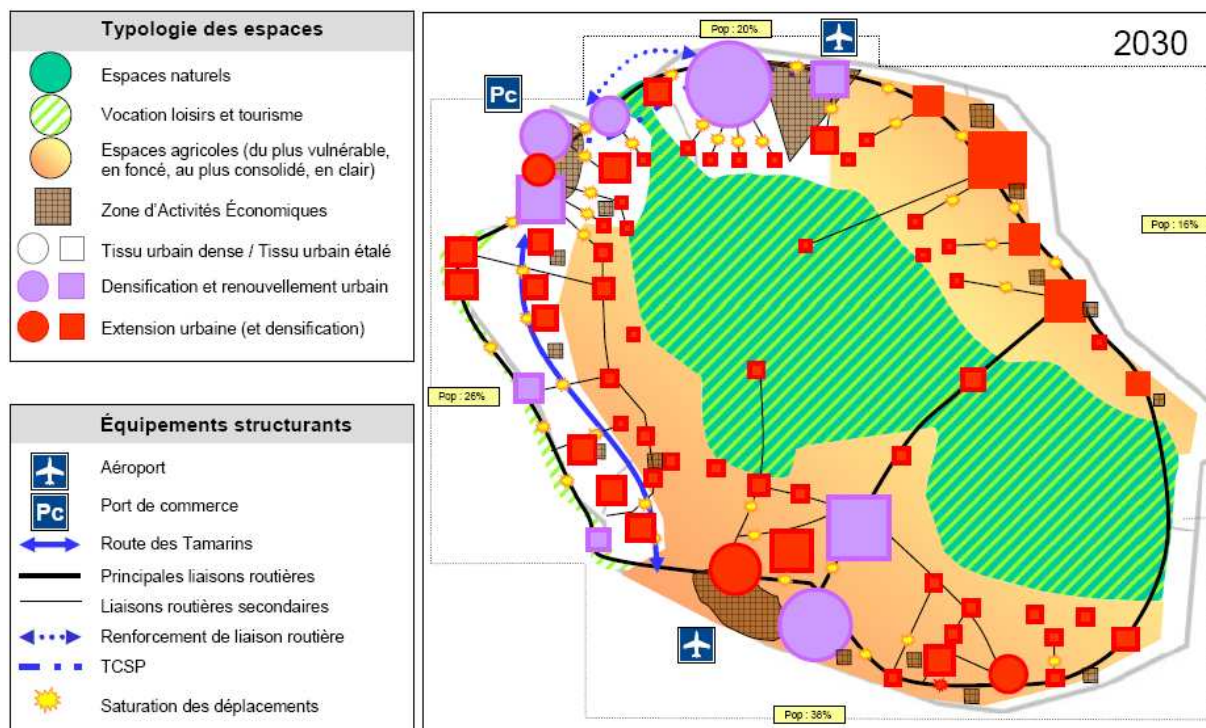


Figure 22 : Schéma chorématique du scénario tendanciel (extrait de Setec Organisation et Safege, 2007)

Mode d'Occupation des Sols

État initial 2003

Etat tendanciel 2030

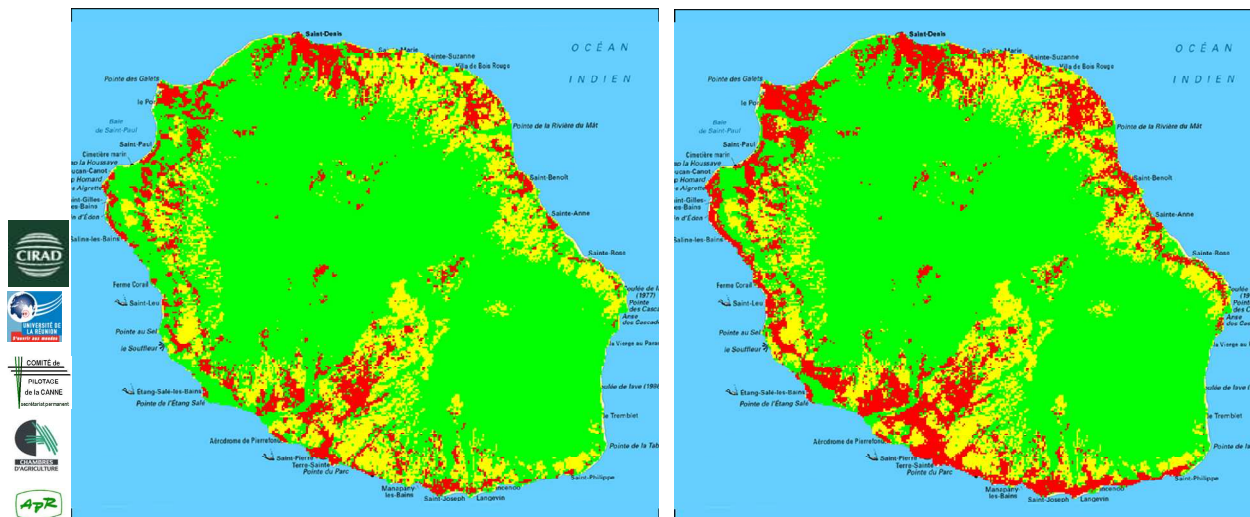


Figure 23 : MOS simulé par DS-SAR.

Les couleurs verte, rouge et jaune des cartes de MOS correspondent respectivement aux espaces naturel, urbain et agricole.

Densification de l'espace urbanisé

État initial 2003

Etat tendanciel 2030

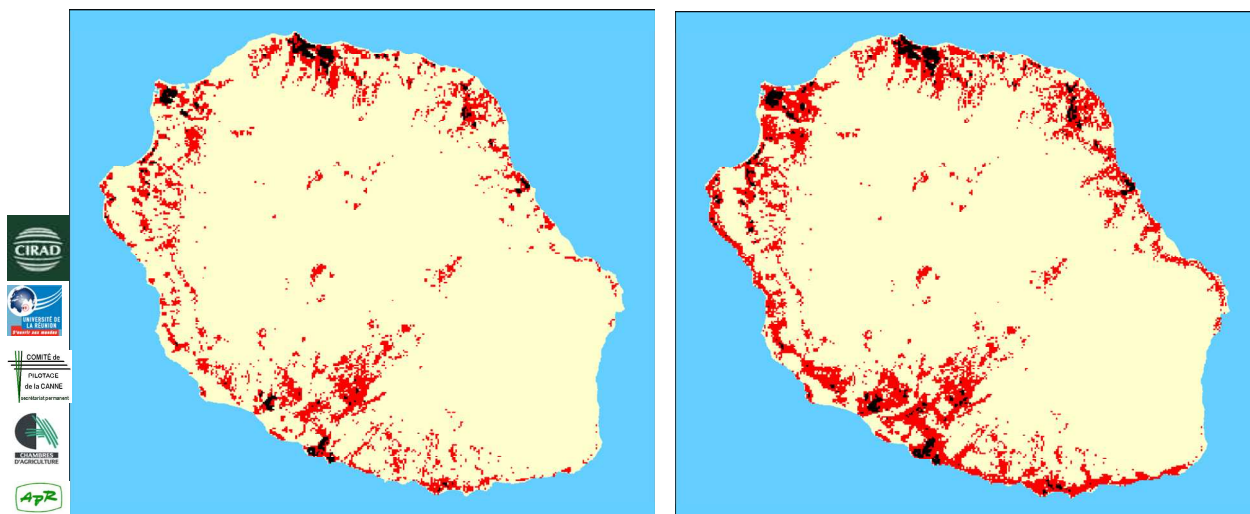


Figure 24: densité de l'espace urbain simulée par DS-SAR.

Les espaces urbanisés dense (ayant une densité de population supérieure à 50 hab/ha) sont en noir, des autres espaces urbanisés en rouge.

Espaces urbains	Espaces agricoles	Espaces naturels
+ 45,9 %	- 1,4 %	- 5,9 %
+ 11 372 ha	- 600 ha	- 10 772 ha
(de 24 756 ha à 36 128 ha)	(de 42 316 ha à 41 716 ha)	(de 183 152 ha à 172 380 ha)

Tableau 6 : Indicateurs agrégés de DS. (

Légende : Les chiffres représentent l'évolution des surfaces couvertes par chaque type d'espace entre 2003 et 2030 selon le scénario tendanciel).

Conclusion de l'utilisation de DS afin d'illustrer les scénarii de révision du SAR

La présentation des résultats de DS en plénière en mars 2007 a soulevé de vives réactions des participants à la démarche de révision du SAR notamment du milieu agricole. Suite à cette restitution, un groupe d'experts s'est formé et s'est associé à la Cellule SAR afin d'affiner des indicateurs et leviers à considérer pour définir la stratégie d'aménagement du SAR visant la protection des espaces agricoles.

2.3.2.3 Métronamica-Réunion

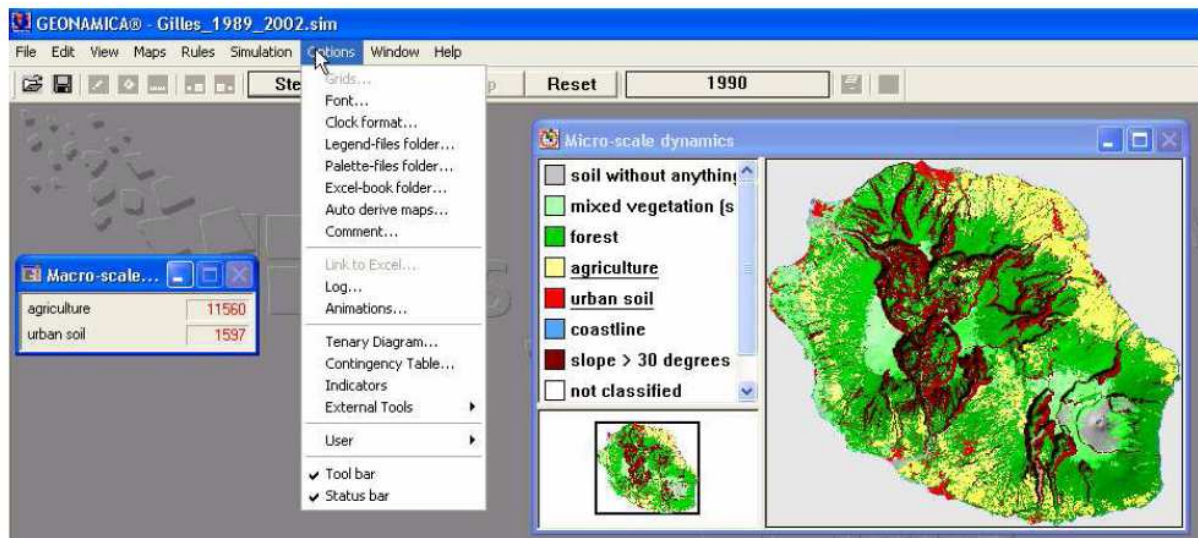


Figure 25 : Interfaces de simulation de l'outil Métronamica-Réunion

2.3.2.3.1 Analyse des besoins

Comme le rappelle Guermond (2005), « l'objectif de la modélisation pour un chercheur est de reproduire au mieux le fonctionnement d'un phénomène géographique, afin d'essayer d'utiliser ensuite le modèle pour tester des hypothèses ». L'objectif n'est pas de tester « un » modèle unique, ni de faire fonctionner un système qui s'invente lui-même, en produisant ses règles de manière endogène. Au contraire, le modèle devrait plutôt être envisagé comme un outil de recherche sans ambition normative, que le chercheur construit pas à pas. Les automates cellulaires conviennent bien à cette « modélisation incrémentale », qui permet par des simulations successives de constituer ce « laboratoire virtuel » indispensable pour la recherche en sciences humaines et sociales, pour lesquelles c'est la seule voie d'expérimentation » (Batty, 2001).

Par ailleurs, les acquis théoriques de cette famille de modèles dans le champ urbain sont reconnus et déjà anciens (Benenson et Torrens, 2004). Retraçant l'histoire des principaux modèles cellulaires urbains, Langlois et Phipps (1997) datent l'apparition des premiers modèles à la fin des années 70 à partir d'un article fondateur de Tobler (Tobler, 1979). White, Engelen et Uljee ont élaboré dans les années 90 une plateforme de simulation et de modélisation par automate cellulaire (White, Engelen et Uljee, 1993 ; White et al. 1997) qui n'a cessé d'évoluer et qui est développée aujourd'hui sous le nom de Géonamica par l'équipe néerlandaise du Research Institute for Knowledge Systems¹⁴. C'est sur cette plateforme que l'automate cellulaire de l'île de La Réunion Métronamica-Réunion a été créé afin d'explorer la dynamique de l'occupation du sol.

Cet exercice de modélisation a été réalisé en parallèle de la construction du modèle DS par un des chercheurs faisant partie de l'équipe DOMINO-Réunion. La plateforme de simulation Géonamica étant déjà développée et ne nécessitant qu'une adaptation aux bases de données Réunionnaises, le modèle Métronamica-Réunion s'appuyait sur une première série

¹⁴ <http://www.riks.nl/>

d'hypothèses d'évolution du MOS de l'île ne prenant en compte que des contraintes de type voisinage entre MOS.

2.3.2.3.2 Conception et implémentation

La construction de l'automate cellulaire nécessite les données suivantes :

- Carte de l'occupation du sol en classes de type Corine (4-25) à deux dates pour caler le modèle. Ces informations ont été dérivées des cartes de 1989 et 2002 construites par le projet TEMOS (Lagabrielle et al. 2006).
- Carte des réseaux routiers.
- Diverses cartes indispensables pour la thématique de l'étalement urbain (zones Na-NaU du PLU, coupures d'urbanisation du SAR, zones agricoles, zone du Parc National, relief, pentes...).
- Scénarii d'évolution du mode d'occupation du sol

Comme la majorité des automates cellulaires, ce modèle repose sur un mécanisme stochastique de transition des cellules qui changent d'état en fonction d'un potentiel de transition qui leur est propre. A l'initialisation du modèle, chaque cellule du modèle possède un état qui correspond à un mode d'occupation du sol parmi sept classes (végétation mixte, forêt, zone agricole, zone urbaine, sol à nu, frange littorale et pentes supérieures à 30%). Par ailleurs, le modélisateur caractérise chaque état en fonction du mécanisme de transition des cellules qu'il précise de la façon qui suit :

- L'état « immuable » gèle les cellules dans leur état initial pour toute la durée de la simulation
- L'état « vacant » permet aux cellules de changer d'état sans restriction
- L'état « fonctionnel » permet aux cellules de changer d'état dans une certaine proportion définie en début de simulation

Dans ce modèle, seules les cellules urbaines et agricoles sont déclarées fonctionnelles et donnent lieu à la définition d'objectifs à atteindre en fin de simulation en termes de surface globale. Pour ces cellules, la transition d'état est fonction d'un potentiel de transition (T) qui dépend des six facteurs suivants :

- L'effet de voisinage (P)
- L'occupation du sol actuelle (comprise dans P)
- Le zonage géographique (Z)
- L'aptitude physique (S)
- L'accessibilité (A)
- Une perturbation aléatoire (random)

Pour ces cellules urbaines et agricoles, le potentiel de transition « T » vaut :

$$T = (1 + (-\log(\text{random}))^{0.35}) * (P + 10 * S + 100 * Z + 50 * A)$$

Les cellules de forêt, de végétation mixte et de sol à nu ont été déclarées « vacantes », ce qui signifie qu'elles peuvent s'étendre ou au contraire se raréfier sans aucune restriction. Pour ces dernières, le potentiel de transition « T » ne dépend que de l'addition de l'effet de voisinage et de l'aptitude physique ($T = P + S$). Enfin, les cellules qui constituent la frange littorale et les

pententes supérieures à 30% sont déclarées « immuables » : non concernées par la transition d'état, elles ont donc un potentiel de transition nul.

Ainsi, le calcul des potentiels de transition des cellules qui va décider de la dynamique repose dans une large mesure sur les informations contenues dans les six facteurs énumérés plus haut, parmi lesquels l'effet de voisinage P joue un rôle prépondérant. Celui-ci donne lieu à un paramétrage particulièrement fin à partir d'un tableau croisé des influences entre les différents états des cellules (figure 24). Pour décrire ces influences entre type d'occupation du sol, le modélisateur définit sous la forme d'une courbe les effets d'attraction ou de répulsion qui s'exercent dans le voisinage des cellules dans un état donné. En amont de la simulation, cette étape préalable au calcul du potentiel est à bien des égards la plus délicate puisque le modélisateur doit tester un nombre important de courbes avant de tracer celle qui rend compte de façon satisfaisante des effets d'attraction ou de répulsion entre tous les modes d'occupation du sol. Il va sans dire que toute modification de forme d'une courbe a souvent une incidence directe sur la dynamique globale du système. Outre le tableau croisé des influences entre les différents états des cellules, la figure 24 présente également la courbe spécifique du sol urbain « sur lui-même » soulignant une attraction très forte dans le voisinage proche d'ordre 1 et 2, celle-ci chutant rapidement pour tendre vers zéro jusqu'au voisinage d'ordre 8.

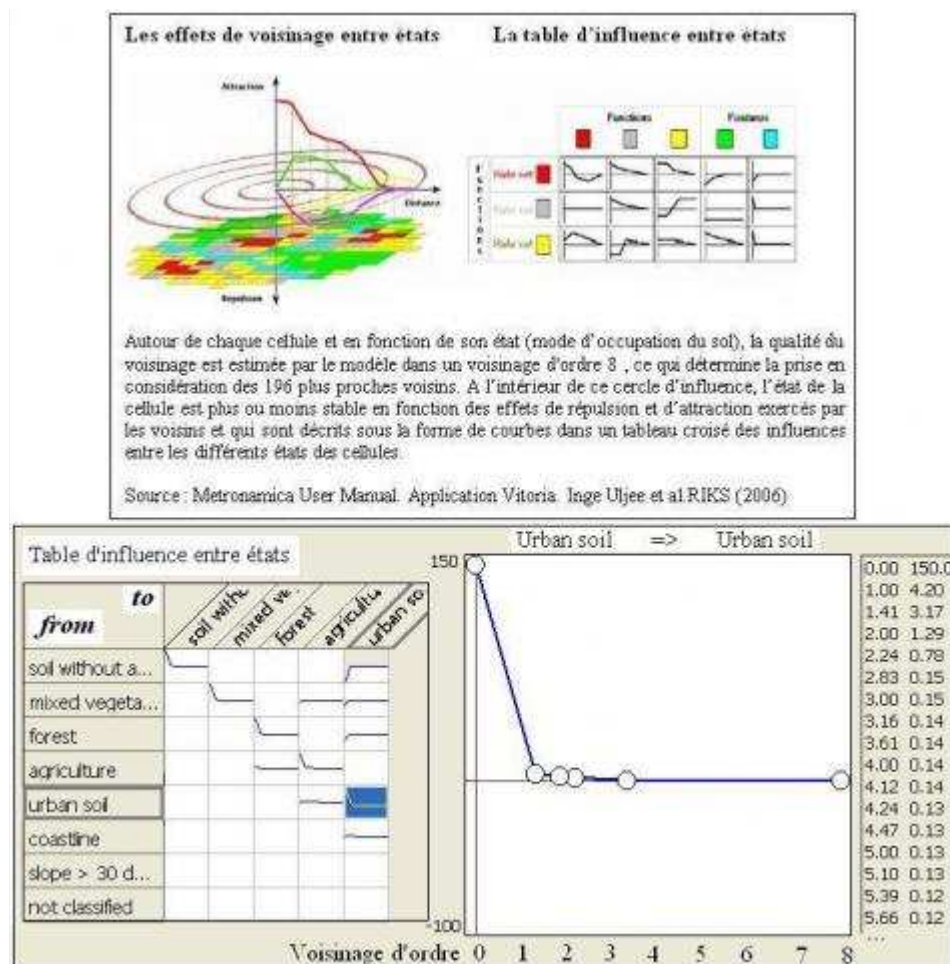


Figure 26 : Paramétrage des effets de voisinage (d'après Lajoie et Hagen-Zanker 2007)

2.3.2.3.3 Tests, utilisation et maintenance

Cet outil, bien que n'ayant pas été utilisé dans le cadre de projet de développement, a permis une réflexion scientifique en amont (Lajoie et Hagen-Zanker, 2007). Quatre scénarii ont été testés avec métronamica-Réunion : tendanciel, catastrophe, urbanisation contenue et densification. Le Tableau 7 reprend les principes de chacun de ces scénarii.

	Tache urbaine	Surface agricole	Résultats
SCENARIO TENDANCIEL	Poursuite de la tendance constatée entre 1989 et 2002. Croissance de 130% en fin de simulation.	Stabilisation au niveau de 2002.	Étalement urbain qui se poursuit sur le littoral. Net repli des espaces agricoles en direction des « Hauts » de l'île. Disparition de la savane. Modification paysagère très importante.
SCENARIO CATASTROPHE	Poursuite de la tendance constatée entre 1989 et 2002. Croissance de 130% en fin de simulation.	Recul important (40%).	Étalement urbain très important sur le littoral. Urbanisation diffuse généralisée dans la zone agricole (mitage) qui voit sa surface en net repli. Modification paysagère très importante.
SCENARIO URBA. CONTENUE	Croissance de 60% en fin de simulation.	Stabilisation au niveau de 2002.	Étalement urbain plus limité. Zone agricole préservée. Modification paysagère moyenne.
SCENARIO DENSIFICATION	Croissance de 30% en fin de simulation.	Augmentation légère (10%) permettant de retrouver la surface de 1989.	Étalement urbain plus limité. Zone agricole en légère croissance par rapport à 2002 (reconquête des friches). Forêt préservée. Modification paysagère plus limitée.

Tableau 7 : Synthèse des quatre scénarii de la dynamique des modes d'occupation des sols à l'horizon 2030 (d'après Lajoie et Hagen-Zanker 2007)

La Figure 25 montre les cartes de MOS simulées par chacun des quatre scénarii. A titre illustratif nous reprendrons ici l'analyse du scénario tendanciel. Ce scénario tendanciel est à bien des égards « déjà catastrophique » pour au moins deux raisons majeures. En ce qui concerne la prolongation de la tendance à l'étalement urbain, elle conduit à une augmentation de la tache urbaine de 130% par rapport à ce qu'elle représente en 2002, alors même que l'urbain est déjà très peu dense à La Réunion (10 logements/ha) et connaît d'importants problèmes de fonctionnement (engorgement du réseau routier du fait de la multiplication des déplacements individuels et de l'absence d'un vrai réseau de transport en commun, problèmes d'environnement liés au développement d'un assainissement individuel peu maîtrisé...). Ensuite, concernant la surface agricole, son maintien en terme de surface s'accompagne d'une migration vers les Hauts de l'île, autrement dit vers des zones actuellement en prairie et dont l'altitude ne permet pas la culture de la canne à sucre (cf. Figure 26). Dit autrement, d'un point de vue spatial, ce scénario ne permet pas le maintien de la filière « canne à sucre » sur l'île. Enfin, ce maintien de la surface agricole se fait au détriment des dernières étendues en savane désormais protégées réglementairement au titre des paysages remarquables de l'île.

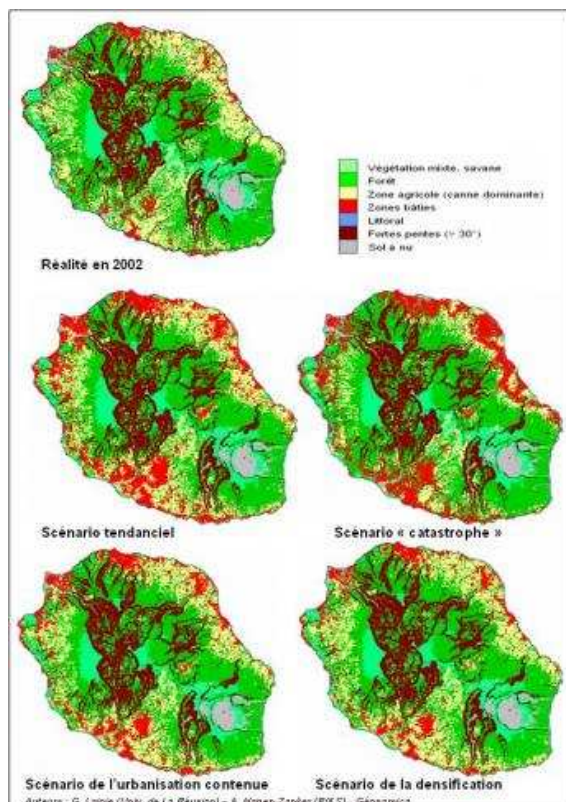


Figure 27 : Quatre scénarii contrastés de dynamiques urbaines et agricoles à l'horizon 2030 (d'après Lajoie et Hagen-Zanker 2007)

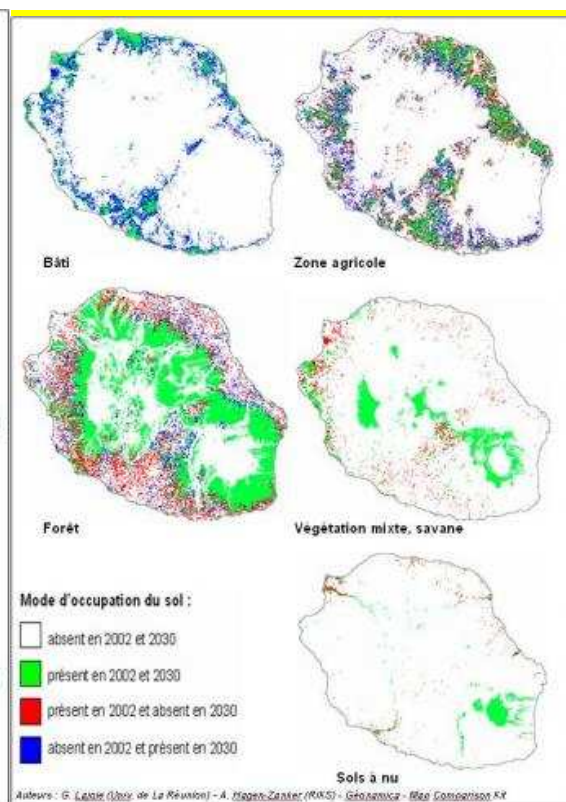


Figure 28 : Dynamiques du mode d'occupation du sol pour le scénario « tendanciel » à l'horizon 2030 (d'après Lajoie et Hagen-Zanker 2007)

A travers ce modèle du changement d'occupation du sol à La Réunion développé sous Métronamica, nous retrouvons au final les avantages et les limites de l'utilisation des automates cellulaires en géographie :

Au chapitre des avantages, il nous semble important de souligner la robustesse de l'outil de modélisation qui peut être relativement aisément mobilisé dans des démarches de prospective territoriale. L'interface utilisateur permet de bien comprendre et faire comprendre les potentiels de changement des territoires. Elle permet également de tester différents scénarii en faisant varier, soit le statut des terres (disponibles ou non à la concurrence), soit les objectifs que l'on souhaite atteindre en fin de simulation en terme de surface. Alors que l'automate cellulaire compte 93000 cellules au pas de 200 mètres (4ha), une simulation de l'évolution des modes d'occupation du sol sur trente ans prend moins de trente secondes, ce qui demeure très acceptable pour utiliser le modèle « en direct » dans le cadre d'un groupe de réflexion discutant de prospective territoriale.

Au chapitre des limites, il nous semble important de distinguer deux types de contraintes liées à l'utilisation d'un tel outil dans une démarche de prospective territoriale. La première est liée à la sensibilité du modèle. Une légère modification de tracé d'une courbe dans le tableau croisé des influences entre type d'occupation du sol peut déclencher des « aberrations spatiales » qui n'étonnent pas le modélisateur mais qui laissent souvent perplexe le non spécialiste. Il faut alors en revenir à une explication technique qui nous éloigne du cœur du sujet, la prospective territoriale. La seconde limite n'est pas propre à Métronamica mais concerne encore une fois beaucoup d'automates cellulaires. Il s'agit de la complexité du paramétrage du modèle qui nécessite un investissement théorique et technique minimal pour

comprendre le fonctionnement de l'outil. Les recherches futures iront sans nul doute dans le sens de la simplification des interfaces utilisateurs

2.3.2.4 Couplage entre DS-SAR et des outils SIG de planification de la conservation de la biodiversité (SIG-APIC-BIO)

Longtemps le paradigme positiviste a dominé les questions de conservation, l'homme étant considéré comme une menace externe à l'équilibre intrinsèque de la nature préexistante. Les sciences sociales et de la nature ont enfin trouvé un espace de rencontre grâce au paradigme holistique du constructivisme (Piaget 1967), en lien avec les idées de post-modernisme et des sciences post-normale (Funtowicz & Ravetz, 1991). Cette étude se place dans ce modèle conceptuel, où l'anthroposystème est formalisé comme un système complexe, hétérogène et changeant, impliquant des interactions multiples et mutuelles entre société et nature (Holling, 1987, Gunderson & Holling, 2002). Ainsi les multiples points de vue sur ce système à gérer sont légitimes (ici aménagement du territoire et biodiversité). Bien que certains environnementalistes défendent le droit de la nature à exister indépendamment de toute utilité pour la société (Beatley, 1989), nous considérons que ce point de vue est un parmi d'autres.

2.3.2.4.1 Analyse des besoins

Ce travail a été réalisé en collaboration avec le projet INTERREG 3B Réunion – Afrique du Sud APIC-BIO (2005-2007). Le projet APIC-BIO avait comme ambition d'initier un pôle de compétence à vocation régionale pour l'Accompagnement de la Planification Intégrée de la Conservation de la BIODiversité terrestre, afin de structurer une offre réunionnaise dans le domaine de l'aménagement durable des territoires et de la planification de la conservation de la biodiversité. Dans ce cadre, l'ensemble des connaissances disponibles sur les éléments constitutifs de la biodiversité réunionnaise ont pu être rassemblées, formalisées et spatialisées (Lagabrielle et al. 2007).

Parallèlement, la collaboration entre la Cellule SAR et le projet DOMINO mettait en évidence la faible prise en compte de la biodiversité dans les débats liés à la révision du SAR. Ceci s'explique en partie par la création d'une institution plus spécifiquement dédiée aux questions de patrimoine naturel, le Parc National de la Réunion, qui n'avait pas de représentant à la Cellule SAR.

Cependant, la question des impacts sur la biodiversité des différentes stratégies d'aménagement envisagées restait pertinente du fait de l'importance du patrimoine Réunionnais en la matière. Les aménageurs ne s'appropriant pas cette question, des scientifiques de l'équipe DOMINO Réunion s'y sont intéressés dans un cadre purement académique dans un premier temps, avec la perspective de développer un argumentaire pour les prochaines discussions avec le Parc national et le CSRPN.

2.3.2.4.2 Conception et implémentation

Le présent travail visait à apprécier, au travers du projet DOMINO et l'utilisation de DS-SAR, l'intérêt de la prise en compte de la planification de la gestion intégrée de la biodiversité (tels que proposés par le projet APIC-Bio) dans les discussions relatives à l'élaboration du SAR. Ces travaux ont permis de tester la pertinence de DS-SAR à prendre en compte l'intérêt de la conservation de la biodiversité.

Rappel sur le traitement de la conservation dans DS-SAR et de son utilisation dans la révision du SAR :

- La conservation des espaces naturels est une contrainte aux évolutions agricoles et urbaines : Les 4 scénarios du SAR respectent la carte de conservation des espaces naturels proposée en entrée.
- Il n'y a pas de dynamique du volet naturel (toutes les cellules de la carte de potentialité naturelle – de 1 à 3 – peuvent faire l'objet d'une affectation différente que la conservation naturelle ; et aucun espace n'est récupéré par les espaces naturels une fois qu'ils ont été exploités par l'agriculture ou l'urbain)
- Les espaces naturels hors zone de conservation sont consommés en fonction des pressions anthropiques par microrégion sans considérer leur potentiel naturel.

Ces trois points sont les choix faits par la Cellule SAR pour leurs scénarii. Dans le modèle DS-SAR, l'objectif du volet naturel peut être de maintenir une surface conservée donnée sur l'île dans son ensemble en mettant des parcelles en conservation environnementale (prioritairement les parcelles de plus fort potentiel de biodiversité).

Indicateurs de biodiversité disponibles dans chaque outil :

Les indicateurs existants dans DS-SAR sont :

- Inventaire en début et en fin du nombre de cellules possédant un MOS naturel en fonction de la qualité de leur potentiel naturel (fort, moyen et faible), par conséquent les surfaces associées.
- Inventaire à chaque pas de temps des surfaces conservées
- Inventaire à chaque pas de temps de la demande de conservation formulée
- Inventaire à chaque pas de temps de la demande de conservation insatisfaite
- Carte de potentialités naturelles issue de la simulation (quand la cellule est urbanisée ou mise en culture : conserver = 0)

Les indicateurs issus de Marxan-Réunion sont :

- La surface conservée par entité de biodiversité / surface totale
- Le % de cible atteinte par entité et globalement (score moyen)
- Les superficies (supplémentaires) mises en conservation en fonction de leur statut juridique (public/privé)

Modalité de couplage de ces outils :

En se servant de ces indicateurs, deux ensembles de scénarii ont été comparées :

- un testant l'impact de l'utilisation de différentes cartes de potentialité naturelles :
Cinq nouvelles cartes de potentialité naturelles issues du projet APIC-Bio ont été testées en entrée dans les scénarii du SAR. Cet exercice a permis d'apprécier les variations d'impacts des scénarii du SAR sur la biodiversité en fonction de la manière dont on se représente la biodiversité (prise en considération des espaces dégradés, des habitats, des aires de répartition des espèces emblématiques, des processus et attribution d'une valeur d'irremplaçabilité...).
- l'autre testant l'impact de l'utilisation de différentes cartes de conservation naturelle
Dans les simulations de DS SAR les cartes de conservation des espaces naturels contraignent l'extension des volets agricoles et urbains : un espace mis en

conservation ne peut être converti en espace agricole ou urbain. Trois nouvelles cartes de conservation issues du projet APIC-Bio ont été testées. Cet exercice a permis d'apprécier l'intérêt de la notion de corridor (telle qu'elle a été définie dans APIC-Bio) pour la conservation de la biodiversité réunionnaise.

Illustration de quelques résultats

La Figure 29 montre l'impact sur les indicateurs de biodiversité définis dans le projet APIC-BIO des quatre scénarii développés dans la démarche de révision du SAR. Hormis le scénario se focalisant sur l'environnement, tous les autres mènent à une destruction partielle des corridors et des autres espaces nécessaires au fonctionnement des écosystèmes dans les bas (les hauts étant préservés par le respect de la zone de conservation).

Inversement la Figure 30 illustre l'impact de la prise en compte de plus grandes surfaces naturelles mise en défens sur l'obtention -ou plus spécifiquement la « non-obtention »- des objectifs de surface agricole en fin de simulation.

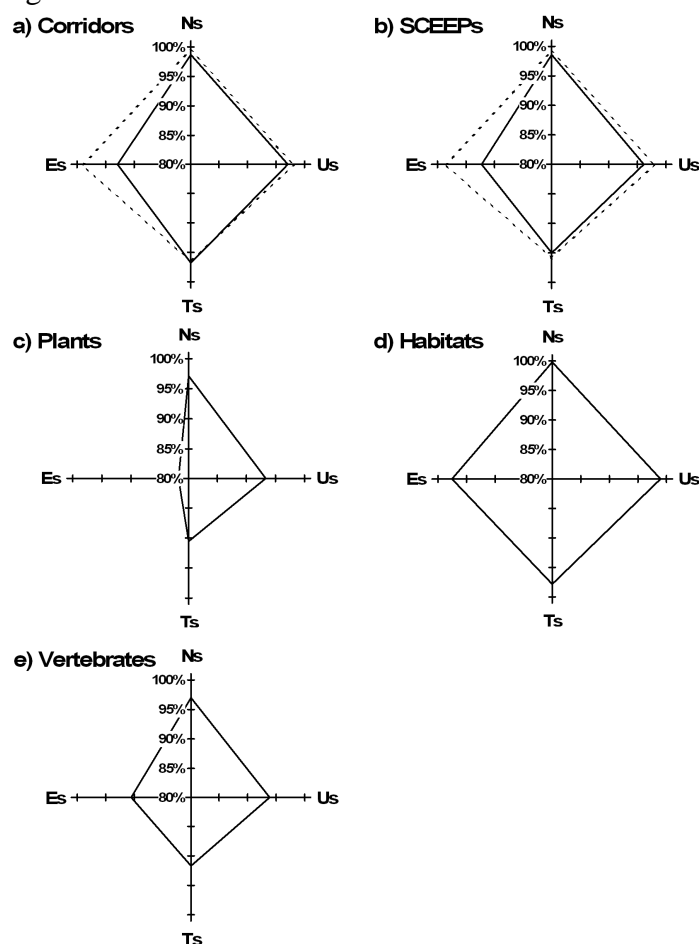


Figure 29 : Impact des scénarii de la Cellule SAR sur les caractéristiques de la biodiversité telles que définies dans le projet APIC-BIO (Lagabrielle et al, 2007).

Légende : Les scénarii sont référencés comme suit : Ts pour le scénario tendanciel, Us pour le scénario focalisé sur le logement, Ns pour le scénario focalisé sur l'environnement, Es pour le scénario focalisé sur l'économie. Ces caractéristiques renseignent sur la biodiversité en termes d'habitats, de plantes ou de vertébrés (c, d, et e) et en termes de processus en se référant à des espaces nécessaires au fonctionnement des écosystèmes comme les corridors ou d'autres éléments spatiaux (a et b). Sont indiqués sur cette figure les pourcentages restant des pools initiaux.

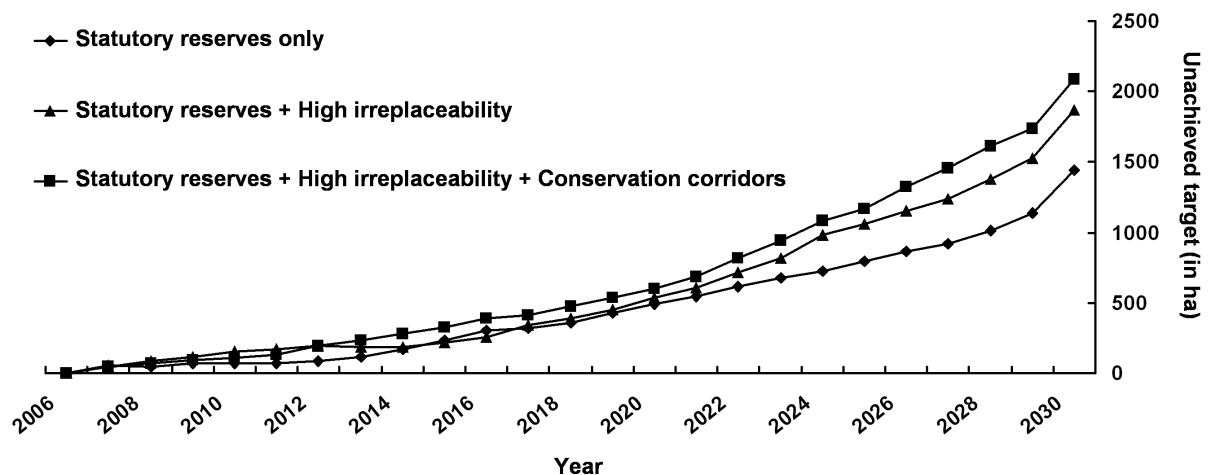


Figure 30 : Evolution de l'indicateur espaces agricole restant à conquérir pour atteindre l'objectif fixé dans le cas du scénario tendanciel et faisant varier la carte des espaces naturels conservés (Lagabrielle et al., 2007)

Les environnementalistes doivent reconnaître qu'ils font partie de la société, constituant un lobby parmi d'autres et que la planification de la conservation fait partie de la planification de l'aménagement du territoire et non l'inverse (Folke et al., 2005). Dans ce contexte les outils de planification utilisés dans APIC-BIO sont intéressants afin d'optimiser la distribution des priorités de conservation dans un environnement dynamique. Cependant, ce type d'outil est souvent trop complexe pour être facilement transférable à des acteurs de développement. De plus ces logiciels de planification supposent des paramètres fixés et de lourdes hypothèses implicites socio-économiques qui contraignent fortement leur utilisation dans un cadre participatif à l'inverse des SMA qui peuvent être plus ouverts dans l'explicitation de leurs hypothèses.

2.3.2.4.3 Tests, utilisation et maintenance

Cette analyse a fait l'objet d'une publication (Lagabrielle et al. soumis). Aucune utilisation avec des acteurs de développement n'a encore été réalisée.

2.3.2.5 Conclusion : Complémentarité des outils

L'atlas DOMINO a été le premier outil développé, afin de constituer notre base de données sur la thématique de l'aménagement du territoire. Il a été enrichi au fur et à mesure de l'exercice de modélisation du fait des besoins cartographiques qui apparaissaient. *In fine* cet outil n'a pas eu de vie propre en dehors du cercle des concepteurs de DS. Il a essentiellement servi à alimenter le SMA.

Métronamica Réunion a été développé indépendamment par le CREGUR (Lajoie 2007), afin de tester des scénarii simples d'évolution de mode d'occupation des terres (MOS) avant que le SMA ne soit opérationnel. Vis-à-vis du projet DOMINO, ce travail de modélisation a essentiellement permis de mettre en évidence la plus value du modèle DS du fait des dynamiques prises en compte par ce dernier. Métronamica Réunion n'a d'ailleurs été utilisé que dans le cadre de projet ou de conférence scientifiques.

DS et ses modèles conceptuels sous-jacents ont été les principaux supports de la réflexion collective de modélisation de DOMINO.

Enfin un dernier outil a été développé dans le cadre du projet APIC-BIO (Lagabrielle, 2007) en parallèle du projet DOMINO, le modèle d'optimisation visant la conservation des espaces

naturels. Cet outil couplé aux sorties cartographique de DS a permis d'y intégrer des indicateurs de biodiversité.

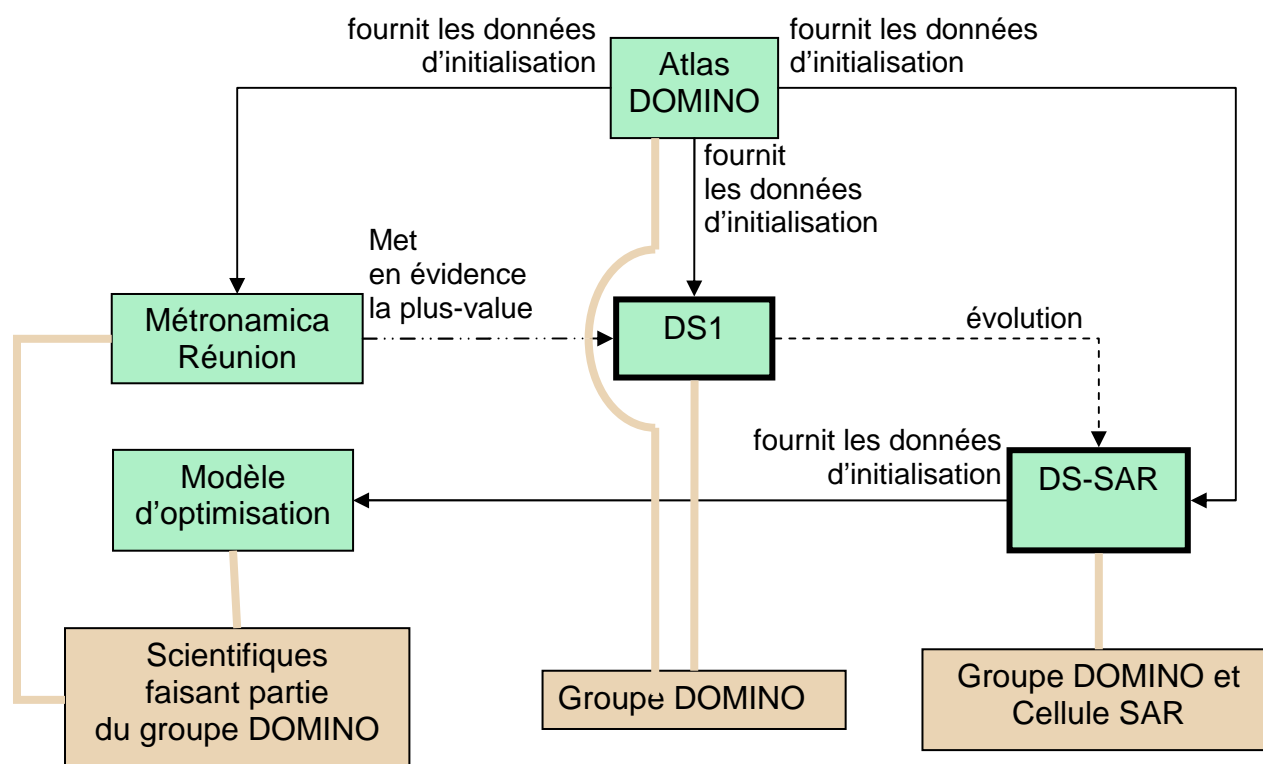


Figure 31 : Diagramme décrivant les liens entre les outils développés et utilisés au cours du projet. Les encadrés verts correspondent aux outils et les encadrés roses aux types de public les ayant développés et utilisés

2.4 DISCUSSION ET PERSPECTIVES

2.4.1 Discussions

L'évaluation réalisée en juin 2007 par un chercheur externe à l'équipe DOMINO, dans le cadre du projet ADD ComMod, a permis de porter un regard distancié sur les activités réalisées au cours de nos trois années de projet. Nous appuierons la discussion sur certains des points relevés dans le rapport d'évaluation (d'Aquino, 2007). Notre discussion portera donc sur deux thèmes principaux : le partenariat dans une recherche impliquée, la mise en œuvre de l'interdisciplinarité au travers de la question de l'articulation entre les études de contexte et les modèles produits. La discussion sur la généricité de la démarche est posée dans la partie 4. Nous n'en parlons donc pas ici.

2.4.1.1 Partenariat développé au regard des objectifs du projet

En tant que démarche se revendiquant d'une recherche impliquée dans le développement, le partenariat développé a joué un rôle central dans la réalisation du projet DOMINO à la Réunion. Nous avons précédemment dressé le bilan de l'implication des partenaires et montré tout l'intérêt de celle-ci dans la démarche, mais aussi toutes les difficultés qu'elle pose du

point de vue du développement de notre recherche (cf. 2.2.2.3 ; Daré et al, soumis). Rappelons que la volonté d'opérationnalisation de notre recherche résultait non seulement du contexte de production de documents réglementaires de planification en cours à la Réunion, des principes de la modélisation d'accompagnement, mais aussi de la spécificité des structures de financement de la recherche du Cirad dans ce DOM. Aussi nous semble-t-il important de porter notre discussion sur ce premier point.

La démarche de modélisation DOMINO s'est déroulée avec deux types de partenariat : les concepteurs du premier prototype DS, l'équipe DOMINO Réunion, puis un nombre restreint des membres de cette première équipe associés ensuite à la Cellule SAR afin d'adapter le prototype DS en un modèle DS-SAR utilisable dans le processus participatif animé par la Région.

Choix des points de vue / intérêt considérés dans les modèles ?

Avec les concepteurs se pose d'emblée la question du choix des points de vue à intégrer dans un modèle à visée opérationnelle. En d'autres termes, jusqu'où va-t-on dans le processus d'intégration des représentations du système modélisé ? Au sein de l'équipe se sont confrontés deux intérêts : le projet doit-il servir à construire un argumentaire pour maintenir une sole agricole régionale, ou pour assurer le maintien ou le développement d'une petite agriculture, diversifiée, familiale ? Au final, l'équipe a privilégié les partisans d'un modèle représentant les grandes tendances (CREGUR et CPC), plutôt que ceux prônant l'élaboration d'un modèle individu-centré, c'est-à-dire allant jusqu'à représenter les agriculteurs et leurs exploitations (CA). Pourquoi ce choix ? Cette question est d'autant plus centrale que la représentation des grandes tendances pourrait être considérée comme une dérive du projet et un abandon de la thématique du foncier agricole. Ne nous sommes-nous pas pliés aux exigences de nos partenaires, perdant ainsi de vue nos objectifs de recherche ? Plusieurs réponses peuvent être apportées.

La première, pragmatique, est relative aux données disponibles. La CA, ainsi que les autres membre de l'équipe DOMINO-Réunion, ne disposait pas d'informations suffisamment exhaustives sur l'ensemble du territoire pour les intégrer dans le modèle (répartition des cultures sur l'île, référencement fiables des exploitations, une matrice de passage permettant de déterminer l'évolution d'une exploitation vers tel ou tel autre type, etc.). Mais cette réponse n'a de poids que si les concepteurs envisageaient d'avoir un modèle réaliste, c'est-à-dire représentant au plus près la réalité du terrain (notamment au niveau cartographique ou dynamiques sociales). Or d'autres expériences menées au sein de ComMod ont abouti à la production de modèle virtuel, cherchant à se déconnecter du terrain (Etienne, Le Page et Cohen, 2003). La seconde est directement liée au temps du projet. Deux ans de projet n'auraient pas suffi à produire les données nécessaires.

La troisième raison est que d'un point de vue stratégie de recherche développement, les chercheurs et certains partenaires de développement ont considéré plus opportun de modéliser les grandes tendances d'interaction entre le foncier agricole, et les autres types de foncier naturel et urbain. Pour les chercheurs, le secteur agricole permettait ainsi de voir poser les limites et principes de son occupation ; limites au sein desquelles, les institutions agricoles allaient ensuite pouvoir négocier leurs enjeux sectoriels.

Choix des partenaires de modélisation et implications

Par ailleurs, dans les démarches participatives se pose toujours la question des représentants invités au processus. Dans la plupart des situations, l'animateur d'une telle démarche tend à privilégier l'exhaustivité des porteurs d'enjeux au regard de l'objet, ou tout au moins les principaux. Nous avons d'abord construit le partenariat par cooptation à partir d'un premier réseau de connaissances liées au Cirad, puis dans l'élaboration de l'équipe DOMINO Réunion, nous avons cherché à voir représentés des porteurs d'enjeux des trois modes d'occupation du sol principaux dont nous essayions de saisir les dynamiques. Ce faisant, nous n'avons pas recherché l'exhaustivité des acteurs du territoire. Pourquoi ? Parce que la présence des partenaires dans le processus de modélisation d'accompagnement suppose leur engagement effectif. Et autant les partenaires de recherche pouvaient percevoir aisément les finalités de DOMINO et y trouver leurs intérêts, autant les représentants des institutions de développement pouvaient difficilement justifier leur insertion dans une démarche novatrice portée par le Cirad.

Comment, dans ce contexte, aurions-nous pu envisager de mettre en place un partenariat plus large alors que nous n'avions pas de légitimité reconnue à travailler sur ces autres modes d'occupation du sol ? La surreprésentation du monde agricole au sein de notre partenariat est bien le résultat de l'histoire du Cirad à la Réunion et des tissus noués précédemment. Bien évidemment ce choix partenarial a pu faire naître des frustrations ou autres perceptions négatives des partenaires d'autres secteurs. Les enquêtes réalisées lors de l'évaluation ont montré que la Direction de l'Agriculture et de la Forêt aurait souhaité être invitée à participer au projet, mais elle reconnaît que sans prototype elle aurait eu du mal à s'impliquer dans la démarche proposée parce que les résultats demeuraient flous du point de vue de leur opérationnalité. On voit donc ici toute l'importance d'avoir un partenariat évolutif capable d'intégrer des participants en fonction de l'évolution de la problématique posée. Mais faire évoluer ce partenariat pose d'autres questions.

D'une part, dans le processus de co-construction, les participants se forment une représentation partagée du système et de son évolution. Engagés dans le processus de modélisation, ils sont ensuite capables de la défendre à l'extérieur de l'équipe DOMINO Réunion. Si cette représentation ainsi co-construite est utilisée auprès d'autres partenaires qui n'ont pas participé à la phase de conceptualisation, quelle légitimité cette représentation peut-elle avoir aux yeux de ces tiers ? Si cette représentation est ensuite modifiée dans un second cercle, quelle légitimité à cette nouvelle représentation aux yeux du premier cercle ? Nous voyons donc ici que l'élargissement du partenariat pose de nouvelles questions de légitimité non seulement des partenaires, mais également des outils co-construits. Ce qui soulève de nouvelles questions méthodologiques et scientifiques.

D'autre part, le passage de DS dans l'arène publique de concertation du SAR a permis le transfert partiel de l'animation de la démarche de modélisation d'accompagnement à la Cellule SAR. Les interactions entre la Région et l'équipe DOMINO Réunion visent à intégrer les éléments constituant le point de vue de la Région sur les arbitrages à réaliser entre les trois principaux modes d'occupation de l'espace. L'utilisation de l'outil DS-SAR pour la révision du SAR est en soi une réussite. Cependant, les intérêts de l'équipe technique sont cadrés par la volonté de réaliser en juin 2008 un projet de SAR accepté par l'ensemble des acteurs de l'aménagement du territoire réunionnais. Le temps de l'action n'est pas nécessairement propice à l'utilisation de DS-SAR comme objet intermédiaire lors de séances de travail regroupant d'autres porteurs d'enjeux au cours desquelles seraient intégrés leurs autres points

de vue. Face au risque de voir la Cellule SAR placée dans une position de déséquilibre vis-à-vis des autres acteurs en raison de sa connaissance de l'outil DS, il nous a semblé nécessaire d'informer quelques autres acteurs sur les principes, limites et hypothèses de modélisation de DS-SAR. Des présentations de DS-SAR et de la démarche de modélisation d'accompagnement ont ainsi été faites à la commission de l'aménagement du territoire du CESR et à la DAF. Souhaitant toujours être transparents avec l'ensemble de nos partenaires, nous avons prévenu à l'avance la Région qui a donné son accord. L'enquête du responsable de la Cellule SAR réalisée lors de l'évaluation du projet a d'ailleurs montré qu'il avait pris pleinement conscience des principes de la démarche de modélisation d'accompagnement et se les étaient appropriés. Cependant, la volonté d'une recherche opérationnelle accompagnant un processus de décision ayant sa propre dynamique, ses propres enjeux pose la question de l'instrumentalisation de la recherche par les animateurs de projet d'aménagement du territoire. C'est le paradoxe d'une recherche développement dont les chercheurs souhaitent voir les résultats et la démarche appropriés par les acteurs mais continuent de s'interroger sur cette appropriation et les dérives possibles vers un renforcement de pouvoir de certains acteurs au détriment d'autres.

Pour notre part, DOMINO a établi une convention spécifique avec la Région pour préciser les interactions, droits et devoirs de nos deux parties. Mais l'engagement de l'animateur local et son adhésion aux principes de la charte ComMod, et plus spécifiquement le respect d'une démarche qualité pour l'accompagnement, est sans doute ce qui permettra de limiter au mieux les dérives potentielles. Quoiqu'il en soit, il faut avoir conscience que nous n'avons cependant aucun poids sur la décision politique qui sera prise au final !

2.4.1.2 De l'intégration des études de contexte dans les outils.

Plusieurs études ont été réalisées de façon à mieux appréhender les dynamiques sociales et écologiques, objets ou supports des enjeux d'aménagement du territoire, à différentes échelles. Ces études ont eu des statuts variés dans le processus de modélisation participative : compréhension du système ou prise de contact avec certains acteurs (en vue de les sensibiliser à notre approche). Les études sur les dynamiques d'occupation du sol sont nombreuses à la Réunion (Martignac, 2006 ; Laudier-Lecomte, 2003 ; Département Réunion, 2005, etc.). Le premier type d'études de contexte visant à mieux appréhender l'anthroposystème étudié n'est donc apparu qu'une fois identifiées des lacunes qu'il fallait combler pour représenter au mieux certaines dynamiques. C'est ainsi que se comprennent les analyses de la perception du foncier des agriculteurs à Saint-Joseph, la comparaison des documents réglementaires et celle des jeux d'acteurs politiques. Mais au final on constate que peu de résultats ont été traduits dans le modèle DS. Cela signifie soit que toute connaissance n'est pas nécessairement modélisable du point de vue de nos objectifs de recherche, soit que les limites des outils n'ont pas permis leur intégration, soit enfin que les choix de modélisation ont rendus caduques leur pertinence dans les modèles. La seconde option est pour nous la plus dérangeante car elle pourrait mener à une réification des outils par rapport la démarche. En d'autres termes, n'a-t-on pas représenté le niveau individuel parce que les outils ne le permettaient pas, ou parce que les partenaires ne le souhaitaient pas ? Le rapport d'évaluation ne permet pas de trancher cette question qui demeure ouverte ! De fait, cela pose le problème du poids relatif des différentes disciplines dans la démarche que nous avons appliquée ici. Dans tous les cas, cette situation des études de contexte par rapport à leur utilisation dans les modèles amène à se questionner sur leur optimisation au regard des objectifs du projet. Peut-on « optimiser » les études de contexte ? Comment ? Quelles sont les études qu'il aurait été pertinent de réaliser et celles

inutiles ? Ces questions de l'optimalisation ne concernent cependant pas que les études de contexte mais également les outils développés. L'évaluation propose de mettre en place une démarche qualité qui permettra de répondre à ces interrogations en mettant plus au clair les choix méthodologiques, scientifiques et partenariaux au regard des objectifs explicités du projet.

2.4.2 Perspectives

Et le multi-niveau dans tout ça pourrait-on demander ? Nous l'avons peu traité, essentiellement en raison de la place du partenariat et la place donnée à l'accompagnement d'un processus de décision relatif à l'aménagement du territoire. A la Réunion, l'enjeu actuel lié à l'élaboration du SAR porte sur l'articulation entre l'urbain, l'agricole et le naturel. Toutefois, la mise en place du Parc National de la Réunion en 2007 a en grande partie délimité les espaces naturels. La question de l'articulation entre les différents niveaux de planification territoriale, quelque peu ébauchée (cf. 2.3.1.1), n'est finalement pas apparue comme une priorité qu'il fallait traiter d'emblée. Tous ces dispositifs étant dans l'attente du nouveau SAR pour se positionner, cette problématique du multi-niveau refera surface dans un futur proche. Nous voyons ici toute la difficulté de la réalisation de notre projet d'ATP en moins de trois ans. La sensibilisation des partenaires à nos démarches et outils, la construction de notre légitimité, la production d'un prototype opérationnel et modifiable pour être utilisé dans le cadre d'une concertation officielle sont autant d'étapes qui ont été condensées dans ces trois années. La poursuite de la démarche de modélisation d'accompagnement de façon à saisir la question du multi-niveau est une perspective à moyen terme après la fin de DOMINO.

Quant à nos interactions avec le SAR, elles ne se sont pas terminées avec la fin de l'année 2007. Nous poursuivons actuellement les modifications de DS SAR de façon à l'utiliser dans deux groupes thématiques pluri-institutionnels pilotés par la Cellule SAR, co-animés avec le CIRAD, qui travailleront sur les problématiques de l'avenir du foncier agricole et l'étalement urbain. Des réunions sont d'ores et déjà prévues d'avril à juin. Une fois les concertations achevées, le projet final du SAR sera placé dans les mains des élus politiques. Pour l'après 2009, une convention est en cours avec la Région pour l'accompagner dans la phase de suivi-évaluation de l'application de son document final.

Enfin des applications du même type sont envisagées à la Réunion sur une thématique croisant espaces terrestres et espaces maritimes l'impact des activités anthropiques sur la gestion de la qualité des eaux.

3 SÉNÉGAL¹⁵

3.1 INTRODUCTION

L'espace rural sénégalais, comme dans de nombreux autres pays, se trouve dans une phase de transition plus ou moins avancée. Alors qu'il est constitué à la base d'une terre utilisée et appropriée par les personnes qui y vivent et qui y fondent leur identité, il est secoué et enrichi par une multitude d'interventions provenant d'acteurs nationaux ou internationaux du monde non-rural (notamment industriel et urbain). Du fait de ces nouvelles interactions, la valeur de la terre s'est modifiée. Elle est maintenant déterminée non seulement par un travail de transformation, de valorisation productive, mais aussi par des liens de nature marchande, où la valeur de la terre provient de ce que les agents économiques sont disposés à payer pour l'acquérir. De par ses potentialités multiples et multipliées, l'espace rural est devenu un espace de concurrences– et de convergences- sociales de plus en plus complexe (Schmitt, 1993) et la cible d'un large éventail de politiques publiques et d'interventions privées endogènes ou exogènes. Cette superposition de politiques diverses et d'acteurs aux multiples casquettes est loin d'être articulée ou cohérente, ce qui mène à des évolutions qui ne vont pas toujours dans le sens du développement durable.

La décentralisation au Sénégal : le transfert de compétences

L'espace rural Sénégalais a vécu de nombreuses perturbations : colonisation, indépendance, sécheresses, etc. Depuis l'Indépendance, les lois foncières ont favorisé le passage d'un droit dit « coutumier » à disposer de la terre à un droit moderne qui a tenté d'y mettre fin. Ainsi, la décentralisation au Sénégal a été initiée avec l'introduction de la « participation responsable » par le Président Senghor en 1970¹⁶. Avec elle, les pouvoirs locaux devaient peu à peu quitter le village pour laisser place à la politique, par la création d'une sphère de gestion publique en milieu rural avec l'objectif de délocaliser les luttes politiques autour d'enjeux locaux (Blondo, 1998).

La loi 64-46 du 17 juin 1964 relative au *Domaine national* ainsi que le décret 64-573 du 30 juillet 1964 sont les dispositions législatives et réglementaires qui organisent la gestion des terres au Sénégal. Elle pose les bases d'une réforme foncière majeure. Aux termes de la loi, on distingue 3 catégories de terres : *les zones urbaines ; les zones classées et les zones de terroir*. Cette dernière catégorie correspond aux terres d'habitation en zone rurale et l'espace exploité pour l'agriculture et l'élevage. Dans cette catégorie, on retrouve les zones qui étaient dites *pionnières*. Dans cette loi, l'accent est mis sur le droit d'usage et non un droit appropriatif. Elle consacre une gratuité de la terre avec la *mise en valeur* (devant faire l'objet d'un arrêté préfectoral pour une meilleure explicitation) qui détermine l'accès pour tout exploitant. La loi 64-46 a notamment consisté en la nationalisation en douceur de la quasi-totalité des terres de l'espace rural.

¹⁵ Le projet DOMINO-Sénégal dans son ensemble a fait l'objet d'une communication pour le colloque international Gouvernance Locale et gestion décentralisée des ressources (Leclerc et al, 2008), et d'une publication en cours de rédaction pour Sustainability Science (2008).

¹⁶ Le Sénégal se distingue des autres pays ouest africains par l'ancienneté de son processus de décentralisation (PDM, 2003). Ebauchée à l'époque coloniale avec la communalisation, en 1872, de Dakar, Rufisque, Gorée et Saint Louis, elle est prolongée après l'indépendance de 1960 en plusieurs étapes. (Magrin et Mar, 2007).

Avec l'introduction des communautés rurales en 1972, des entités dotées d'une personnalité juridique et d'une autonomie financière, l'espace rural Sénégalais s'est ainsi retrouvé divisé en communautés rurales dont les limites ont été définies par des techniciens selon des critères d'homogénéité essentiellement sociale et ethnique. Cette réforme administrative a permis la mise en œuvre de la réforme foncière de 1964 qui n'avait pas encore été mise en application, et a mené à la « nationalisation »¹⁷ de facto de l'essentiel des terres de l'espace rural. La décentralisation a ensuite évolué, avec la création des « collectivités territoriales »¹⁸ en 1996 et le vote de la Loi d'Orientation Agro-Sylvo-Pastorale (LOASP) en 2004. Malgré ses multiples refontes la décentralisation n'a pas cependant pu effacer le système foncier et administratif traditionnel, les pouvoirs locaux gardant toujours des reliquats d'institutions de différentes origines. La tendance actuelle semble être l'appropriation de l'espace politique par les notables qui ont compris les enjeux de ce champ spécifique (Diop Gaye et al, 2007).

Dans le contexte actuel de la gestion décentralisée du développement rural, plusieurs « compétences » sont transférées par l'Etat aux collectivités locales. Parmi celles liées à la gestion du foncier, la planification du développement, l'urbanisme et l'aménagement du territoire, les domaines, l'environnement et les ressources naturelles sont désormais de la compétence des collectivités locales. Cependant, les élus locaux affirment que l'Etat leur a transféré les « compétences à problème » sans leur donner les moyens de faire correctement leur travail. La donne est aussi compliquée par l'empiètement des compétences transférées à la fois à la région, la commune, et la communauté rurale.

Les outils de gestion des terres et de l'aménagement du territoire

L'agriculture étant le pilier de l'économie rurale, la compétence transférée la plus sensible de l'espace rural reste le foncier. Identifions d'abord les outils intéressant la communauté rurale avant de présenter ceux disponibles à l'échelle nationale.

Le principal outil juridique de gestion du foncier dont dispose les conseils ruraux est la procédure d'affectation-désaffectation, qui accompagne la Loi sur le Domaine National (cf. Décret 72-1288). L'affectation concerne essentiellement les terres communes c'est-à-dire toutes les terres dans les communautés rurales qui ne sont pas affectées et qui comprennent les terres boisées, en friche et les parcours. Sous le contrôle de l'Etat (via le sous-préfet) la procédure d'affectation se fait par la délibération du Conseil Rural et l'inscription de l'affectation dans le registre foncier (nom de l'affectataire, usage visé, localité, surface). Cependant force est de constater que l'affectation ne constitue pas la seule voie d'accès à la terre. Bien qu'illégaux, la location, l'achat, l'héritage ou le bail sont d'autres modes de transfert observés. Par ailleurs, les parcelles affectées n'étant pas localisées précisément, des irrégularités volontaires ou non sont fréquentes. Le Conseil Rural ne connaissant pas bien sa réserve foncière procède souvent à des doubles affectations ou même à des affectations dont la surface dépasse le foncier disponible (Dione, 2007). De plus, le suivi de la mise en valeur annoncée est pratiquement impossible à réaliser, et donc les désaffectations sont rarissimes. Or, selon les termes de la loi, cette affectation *intui personae* (à l'individu ou un groupement) est prononcée pour une durée indéterminée mais est conditionnelle à la mise en valeur des terres

¹⁷ Il s'agissait de mettre dans le domaine public l'ensemble des terres non classées ou non immatriculées. Il a été toutefois laissé aux personnes ayant réalisé des mises en valeur à caractère permanent la possibilité d'immatriculer à leur nom les terres qu'ils occupaient, et ce dans un délai de six mois seulement après l'adoption de la loi.

¹⁸ Il s'agit des Communautés Rurales, des Communes, et des Régions.

dans des délais raisonnables. Le flou entourant ce pas de temps ouvre à toutes les contestations possibles.

Divers plans peuvent aussi être réalisés pour et par les Conseil Ruraux. Le Plan Local de Développement (PLD), que les conseils ruraux doivent élaborer et actualiser, peut aussi comprendre des zonages ou autres dispositions relatives au foncier. Mais le PLD, généralement élaboré (en Français) par un cabinet de consultants ou les agences régionales de développement, est peu approprié par le Conseil Rural. Il est alors vu plus comme une obligation administrative ponctuelle qu'un réel outil de gestion. Par ailleurs, soulignons, le plan d'occupation et d'affectation des sols (POAS – D'Aquino, 2001 ; D'Aquino et al, 2002a), un exercice de planification territoriale participatif qui peut avoir été initié si la communauté rurale se trouve dans la zone d'intervention de la Société Nationale d'Aménagement et d'Exploitation des Terres du Delta du Fleuve Sénégal et des Vallées du Fleuve Sénégal et de la Falémé (SAED)¹⁹. L'enjeu du POAS est d'aider les organisations locales à affirmer et à accroître leurs compétences pour qu'elles puissent bâtir, d'elles-mêmes et graduellement, une politique durable de gestion des ressources. Il résulte en un zonage à dire d'acteur doublé d'une charte locale, et doit éventuellement mener à un plan de développement local élaboré par et pour la communauté rurale.

Enfin, des projets locaux de développement apportent aussi d'autres outils de type Méthode Accélérée de Recherche Participative (MARP), guides, etc. dans les communautés rurales où ils interviennent. Ces documents sont établis à l'échelle micro-locale et rarement utilisables et utilisés par les conseils ruraux pour la gestion territoriale.

Au niveau national l'Etat sénégalais dispose de nombreux outils de planification spatiale appliqués à des échelles différentes, avec comme cadre de référence principal le Plan National d'Aménagement du Territoire. Avec l'intervention de la Direction des Collectivités Locales rattachée au Ministère de l'Intérieur, la mission de la Direction de l'Aménagement du Territoire (DAT) en matière d'appui aux communautés rurales s'est réduite. Et la prééminence d'une vision de court terme dans les politiques de développement, fait que le Plan National d'Aménagement du territoire n'est toujours pas en mesure de susciter la création de relations horizontales nécessaires à la prise en compte des objectifs d'aménagement par les plans sectoriels et le plan national de développement économique et social.

Devant cet arsenal juridico-institutionnel soit méconnu soit contourné, on assiste à une spéculation foncière importante visant directement les terres stratégiques (à proximité de l'eau, des plages, de ressources minières, des fronts agricoles, ou de la ville). La tension monte et les conflits se multiplient. Face à la dégradation constatée des sols et des ressources naturelles, la question de l'affectation des terres est au cœur du débat sur le développement rural au Sénégal et l'oriente vers deux dimensions principales : la gestion durable des ressources naturelles et l'opportunité de la réforme de la loi sur le domaine national. Car, loin d'avoir impulsé le développement agricole (notamment la modernisation de l'exploitation familiale) et encore moins réalisé la sécurisation foncière des systèmes d'exploitation, la loi sur le *Domaine national* est aujourd'hui à la croisée des chemins, et sa réforme est plus que jamais à l'ordre du jour, comme en atteste le vote de la loi d'orientation agrosylvopastorale en juin 2004.

¹⁹ Citons aussi la Charte du domaine irrigué qui touche les zones aménagées par la SAED

Le projet DOMINO au Sénégal

L'espace rural Sénégalais est donc l'objet d'une pluralité d'emboitements de dispositifs de gestion et de domaines d'intervention (Etat, collectivités territoriales, projets) et d'une pluralité juridique traditionnelle et moderne (

Figure 32) en constante évolution. Malgré l'existence des outils de planification et de gestion du foncier, les conseils ruraux sont peu formés à les utiliser, se limitant aux seuls outils juridiques obligatoires, qu'ils maîtrisent souvent mal. Gérer le foncier revient donc à gérer dans la complexité. Mais comment améliorer la coordination des actions et des décisions sur les usages des terres à différentes échelles au sein d'un territoire? Le projet DOMINO a tenté de répondre à cette question en l'abordant du point de vue du processus de co-construction d'outils de représentation et de gestion des anthroposystèmes. Nous partons de l'hypothèse que la modélisation d'accompagnement permet d'appréhender et de rendre compte de la problématique foncière caractérisée par la multiplicité des interactions, des échelles et des temporalités. Nous examinons les apports d'une telle approche pour réfléchir à la problématique de l'accès et de l'utilisation des terres de la zone du lac de Guiers.



Figure 32: une illustration des enjeux fonciers en zone rurale Sénégalaise.

Source : Ndiaye, 2005.

Quelques expériences de modélisation d'accompagnement ont déjà été menées au Sénégal. Des chercheurs ont associé un jeu de rôles et un système multi agents (SMA) pour analyser les modes de coordination des acteurs dans la gestion de périmètres irrigués dans la moyenne vallée et le delta du fleuve Sénégal (Barreteau et al, 2001 ; Daré et Barreteau, 2003). D'autres ont exploré la possibilité pour les acteurs de la zone de Gnith de développer leur propre outil de modélisation (D'Aquino et al 2002b, 2003). Dans l'Unité Pastorale de Thiel au sud du Ferlo, une expérience associant cartographie participative et modélisation SMA a aussi été menée (Toure et al, 2004, Bah et al, 2006). Dans les trois cas, l'expérience s'est déroulée à l'échelle locale, dans une zone de quelques centaines de kilomètres carrés avec les acteurs de la localité.

La mise en œuvre de la modélisation d'accompagnement à l'échelle d'un petit territoire (quelques milliers de km²) pose cependant plusieurs problèmes théoriques et techniques liés à la délimitation de la zone d'étude et d'intervention, au choix des partenaires scientifiques et des partenaires « terrain » et sa formalisation, à la coordination du processus et du partage des représentations, et aux types d'outils développés ou mobilisés.

Zone d'étude

Le Lac de Guiers fait partie du haut delta du fleuve Sénégal. Il est la principale réserve d'eau douce de surface du Sénégal. Nous avons choisi de travailler dans la zone d'influence du lac

de Guiers en raison des enjeux multiples présents. En effet, dans l'ensemble, ce territoire est un espace stratégique de portée nationale réunissant deux ressources fondamentales au Sénégal (et intimement liées au niveau du lac de Guiers) : la terre et l'eau. Si la première fait l'objet d'une compétence transférée, la deuxième reste toujours une compétence d'Etat, et ce malgré son rôle de premier plan dans le développement local. L'agriculture pluviale et de décrue, l'élevage pastoral, de même que la pêche étaient pratiquées par les populations et fondaient une pluriactivité des exploitations familiales, même si une ou l'autre de ces activités prédominait selon les groupes (Barry, 1972). En 1970 la CSS (Compagnie Sucrière Sénégalaise) prenait le relais des rizières de la Mission Agricole du Sénégal (MAS) et implantait la première agro-industrie de la région, employant 5800 salariés (et plusieurs milliers de saisonniers) et contribuant à l'explosion économique et démographique de la commune de Richard Toll. Avec la stabilisation du plan d'eau par les barrages de Diama (1986) et de Manantali (1989), le pont-barrage de Richard Toll (1947) et les digues de Nieti-Yone et de Keur Momar Sarr (1956), le lac fournit 30 % des besoins en eau potable de la ville de Dakar (soit 80000 m³ d'eau par jour), via les usines de traitement de Gnith et de Keur Momar Sarr et un pipeline de 258 km. Cette disponibilité en eau a aussi entraîné la prolifération d'une agriculture irriguée lucrative privée d'abord sur les berges du lac, puis jusqu'à quelques kilomètres des berges grâce à des canaux d'irrigation *ad hoc*. Lorsqu'on s'éloigne des cultures irriguées on retrouve de vastes espaces de steppe arbustive prisés par les éleveurs et les chasseurs.

Actuellement ce qu'on appelle le « Lac de Guiers » renvoie à l'étendue d'eau qui se trouve entre le canal de la Taouey et la digue de Keur Momar Sarr. Il couvre une surface de 280 km² dont 28% (soit les terres de *waalo* d'avant barrages maintenant inondées), est maintenant envahi par le typha. Une multiplicité de niveaux administratifs s'y recoupe. Il touche cinq communautés rurales (Keur Momar Sarr, Syer, Ross-Bethio, Ronkh et Mbane), trois arrondissements (Mbane, Ross-Bethio et Keur-Momar Sarr), deux départements (Louga et Dagana) et deux régions (Louga et Saint-Louis). En réalité le lac s'étend au sud de la digue de Keur Momar Sarr, dans le « bas Ferlo », mais contient des eaux de moindre qualité.

Nos premières enquêtes ont montré que l'influence du lac sur les activités des populations sédentaires diminuait rapidement avec la distance aux berges, pour devenir pratiquement nulle au-delà de 20 km. Nous avons donc choisi, dans un premier temps, de délimiter la zone d'étude par un rectangle de 65km de large par 100 km de long pour englober l'essentiel du territoire polarisé par le lac. Puis nous avons étendu la zone vers l'est, jusqu'au forage de Tatki, pour tenir compte des populations pastorales très mobiles notamment lors des transhumances²⁰ (Figure 33), ce qui a étendu la zone à un rectangle de 112 km de large par 117 km de long. La zone d'étude touche finalement 16 communautés rurales, 5 arrondissements, 4 départements et 2 régions, et concerne une population d'environ 200 000 personnes.

²⁰ Ce choix a aussi été motivé par notre association avec le projet ADD-TRANS (Transformation de l'élevage et des paysages – <http://www2.clermont.inra.fr/TSE/trans.htm>).

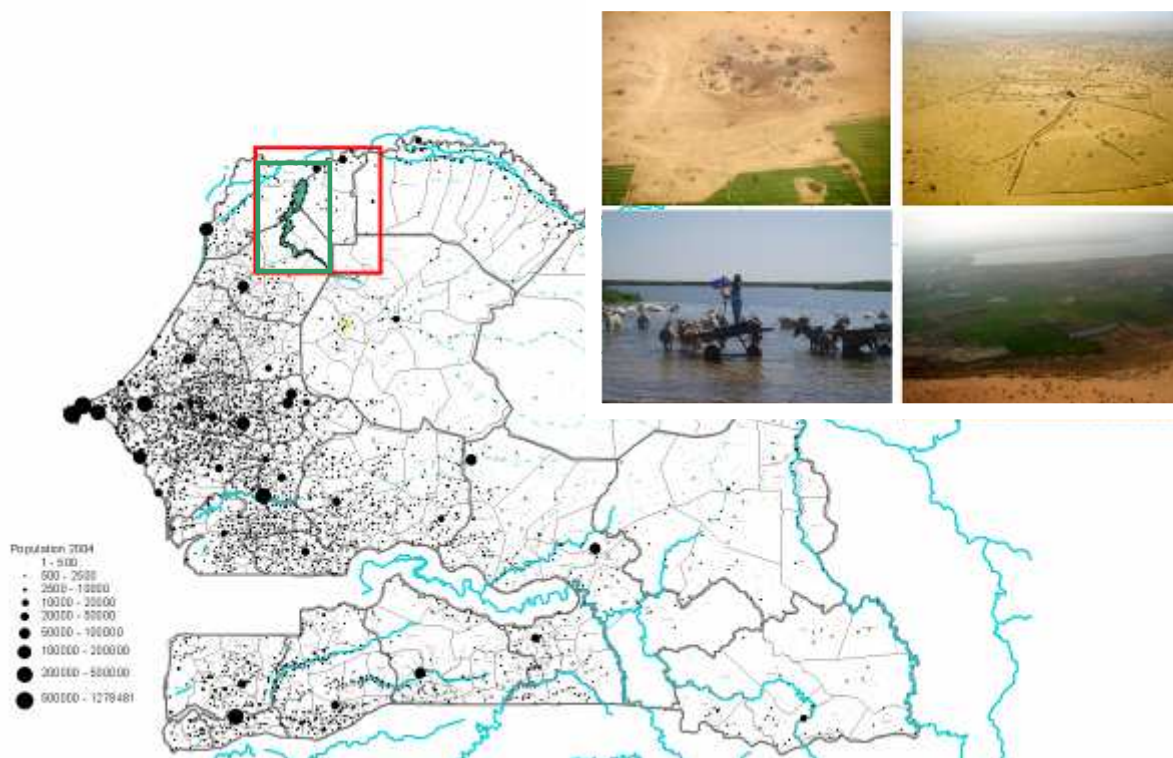


Figure 33 : localisation de la zone d'étude (lac de Guiers-Tatki).

Légende : La zone d'étude choisie en 2005 (rectangle vert) s'est ensuite élargie vers l'est (rectangle rouge) pour tenir compte des populations pastorales plus mobiles. Encadré : un aperçu des différents systèmes de production : élevage, patate douce, agriculture pluviale, canne à sucre.

Bien que cet espace soit stratégique pour le Sénégal et soit doté de plans d'aménagements et d'organes décisionnels intercommunaux et interministériels, la cohérence de politiques adaptées tarde à se mettre en place. La situation est en effet compliquée par le grand nombre d'entités territoriales impliquées et du fait que l'eau n'est pas une ressource décentralisée. Des propositions de projets portés – de manière relativement indépendante - par différents ministères ou sociétés d'Etat (DAT, Direction Générale de la Protection des Ressources en Eau - DGPRE, SAED, etc..) en concurrence, attendent les décisions des bailleurs. Le financement de tel ou tel projet (et donc du paradigme sous jacent et de l'organisation porteuse) déterminera la trajectoire de développement de la zone. Il est probable qu'un Office de gestion du lac de Guiers voie bientôt le jour à Richard-Toll, ce qui doterait la zone d'un organe de régulation du plan d'eau et la mise en œuvre d'un plan de gestion élaboré depuis 2004 dans le cadre d'un projet financé par la Banque Mondiale (DHI/TROPIS, 2005).

Nous présentons maintenant la démarche partenariale suivie, les études de contexte réalisées et ce qu'elles ont apporté à la réflexion, de même que les modèles et les outils développés. Puis nous faisons une critique du processus de co-construction et ouvrons quelques pistes de réflexion concernant une démarche qualité pour la modélisation d'accompagnement.

3.2 METHODOLOGIE

3.2.1 De la méthodologie commune prévue à celle réalisée au Sénégal

Le document de projet prévoyait la mise en œuvre d'une même méthodologie sur les deux sites (cf. section 2.2.1). En pratique nous avons dû, au Sénégal comme à La Réunion, modifier quelque peu notre approche. La figure suivante schématise la méthodologie suivie au Sénégal.

Méthodologie réalisée au Sénégal

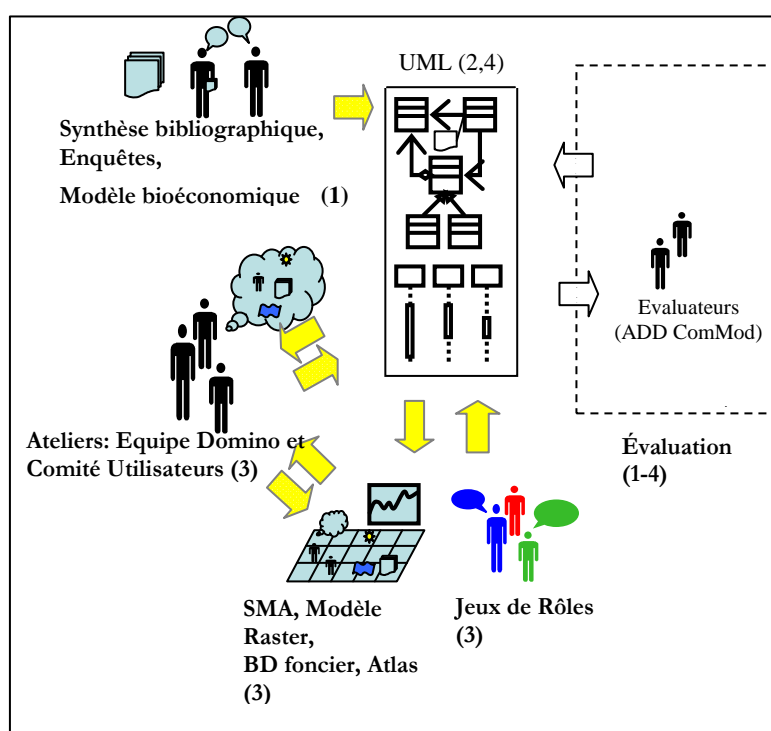


Figure 34: Méthodologie suivie au Sénégal. Les chiffres correspondent aux étapes décrites dans la section 2.2.1.

La mise en œuvre de la démarche DOMINO au Sénégal se décline en quatre volets : 1) le montage d'un partenariat scientifique multidisciplinaire, à vocation transdisciplinaire; 2) les études de contexte et la constitution des bases de données ; 3) la formalisation d'un partenariat « terrain » stable; 4) le partage de connaissances et la construction d'outils avec les acteurs. Alors que les volets 1 et 2 sont relativement classiques en termes de recherche, des choix méthodologiques spécifiques ont déterminé les volets 3 et 4. En effet des contraintes fortes de calendrier d'acteurs clé, de chercheurs ayant déclaré forfait ou ne s'impliquant pas suffisamment, et l'absence d'information cohérente ou à jour sur la zone, ont demandé des ajustements tactiques constants. Les principales différences avec la méthodologie prévue sont les suivantes :

- L'absence de projet d'aménagement en cours pour la zone, ce qui a demandé la constitution d'un comité *ad hoc* de partenaires de la démarche;

- Le comité de pilotage a été remplacé par le même Comité Utilisateurs, n'ayant pas vocation de pilotage mais y contribuant;
- Les chercheurs ont surtout travaillé de manière indépendante, avec relativement moins de communication que prévu, intra ou intersite;
- L'ajout d'un modèle bioéconomique comme prétexte pour la collecte d'information sur les systèmes de production ;
- Un regard sociologique externe pour nous guider dans le rapport aux partenaires.
- Une boîte à outils plutôt qu'un outil SMA unique.
- Des outils pas tout à fait finalisés et validés en fin de projet (ce qui sera fait grâce à la collaboration avec ADD-TRANS)

Le séquençage des activités a donc été un peu différent de celui prévu initialement. Un modèle conceptuel spécifique a été élaboré en début de projet, à l'occasion de la formation UML/AGR, puis lors d'une autre formation similaire à Dakar, ce qui a nourri le modèle générique. Le développement de celui-ci a cependant été mis en veille rapidement pour permettre le développement de modèles implémentés spécifiques, et repris seulement vers la fin du projet (voir section 4.3.2). La modélisation UML s'est poursuivie de manière ponctuelle, au fur et à mesure de la mise en œuvre des modèles implémentés, principalement pour permettre de mieux communiquer ces modèles aux autres chercheurs de DOMINO. Le regard sociologique externe a permis d'améliorer notre approche avec les partenaires scientifiques et de développement mais aussi de nourrir la réflexion sur les modèles utilisés en intégrant l'analyse du contexte et des pratiques sociales observées dans la zone.

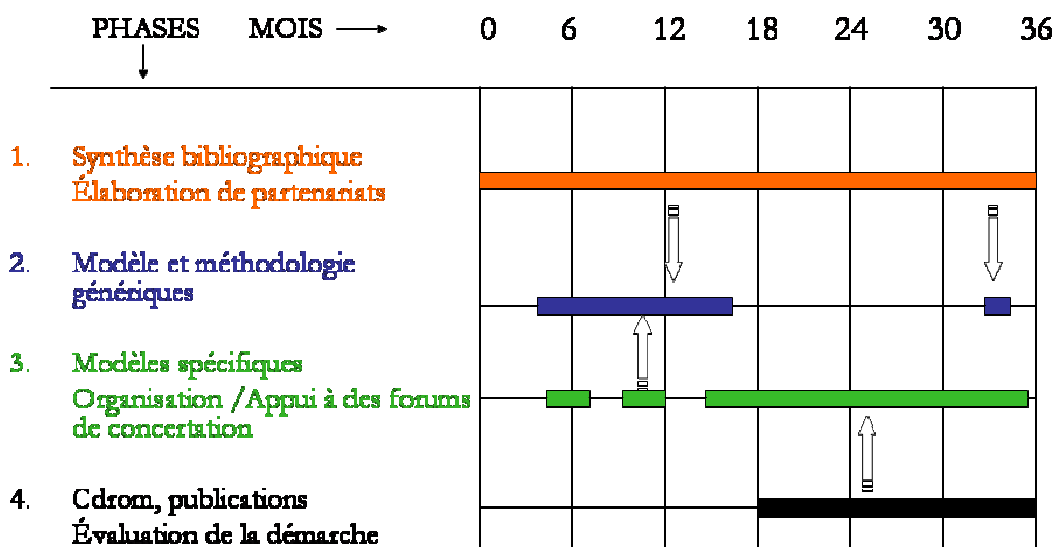


Figure 35 : Chronogramme du projet DOMINO au Sénégal

3.2.2 Partenariat et démarche de modélisation

3.2.2.1 Montage du partenariat

Une démarche de modélisation d'accompagnement : pourquoi faire?

Dans le cadre de sa démarche de modélisation d'accompagnement pour l'affectation des terres, nous ne pouvions aborder cette problématique sans la lier à la question de l'articulation entre l'eau, l'espace et les usages dans une zone aussi convoitée que celle du lac de Guiers.

L'équipe s'est donné comme but d'améliorer la coordination des centres de décision en explicitant les intérêts et enjeux des multiples acteurs concernés par la question de l'affectation des terres. Ceci pour trois raisons principales :

- la pertinence et la nécessité de proposer une démarche d'intégration entre différents niveaux d'organisation dans leurs décisions d'affectation des terres ;
- les avantages qu'il y a d'amener les gestionnaires à penser globalement les enjeux attachés aux décisions d'affectation des terres ;
- l'intérêt à réunir les conditions nécessaires à la sécurisation foncière de l'ensemble des systèmes d'exploitation en présence dans la zone.

Pour répondre à son objectif, DOMINO a choisi de partir de l'observation et de l'analyse des pratiques plutôt que de juger du respect des normes (que les gens appliquent mal selon les juristes). La démarche devrait aboutir à 1) augmenter la capacité des acteurs impliqués dans l'utilisation des terres (producteurs et gestionnaires) à tenir compte de l'intégration des niveaux d'organisation et des autres activités dans leurs décisions ; 2) la production d'outils de médiation/régulation qui fassent l'objet d'une utilisation large et partagée.

Une démarche de modélisation d'accompagnement : avec qui ?

L'équipe DOMINO a réuni des chercheurs de différentes disciplines, des acteurs producteurs d'information et des utilisateurs (gestionnaires et décideurs) impliqués dans le processus d'affectation des terres (cf. 3.2.2.1). Il s'agissait de procéder à une identification d'interactions entre les acteurs et leurs rôles en vue de faciliter les processus de décision et de négociation. Il regroupe des partenaires multiples ayant des attentes et des statuts différents dont il faut tenir compte pour susciter leur pleine participation. Dans la construction sociale du modèle, chaque partenaire contribue à la lumière de sa propre perception sur le système socio-écologique étudié.

La construction du partenariat

La première année du projet a été consacrée au montage du partenariat scientifique afin de préciser la problématique de la gestion du foncier autour du Lac de Guiers et de collecter les données contextuelles utiles à la compréhension. Des formations sur la modélisation conceptuelle ont aussi été organisées. Dans le même temps des contacts ont été pris sur le terrain avec les autorités administratives (Sous-préfecture) et territoriales (conseils ruraux des Communautés rurales et leurs présidents) afin de s'assurer de l'adéquation des préoccupations scientifiques avec les questions sociales liées à l'affectation des terres. Les deux autres années du projet ont été dédiées à la phase participative avec des acteurs de terrain. Le travail d'explicitation et de clarification des objectifs de la recherche ayant été réalisé, la mobilisation des acteurs impliqués dans le processus DOMINO-Sénégal s'est opérée à travers la création d'un Comité Utilisateurs qui fut le partenaire stratégique et privilégié du projet²¹. C'est avec lui et par son intermédiaire, qu'une série d'ateliers se sont ensuite déroulés en développant notamment des exercices de mises en situation, des jeux de rôles et des focus group.

²¹ Les membres de ce comité n'étaient pas rémunérés ; ils recevaient les per diems standard lors des ateliers.

Le montage du partenariat scientifique

Le partenariat scientifique en charge de la conduite décentralisée du projet s'est construit peu à peu, de manière ad hoc par moments, et a évolué pendant les 3 ans qu'a duré le projet. *In fine*, le cœur de l'équipe a impliqué essentiellement des chercheurs du PPZS²² dont les institutions membres ont une longue expérience dans la mise en œuvre de projets de recherche-développement : deux géographes (Université Cheikh Anta Diop – UCAD- et CIRAD), deux modélisateurs (UCAD et CIRAD) et un aménageur (Ecole Nationale d'Economie Appliquée); trois d'entre eux ayant une bonne expérience de la modélisation d'accompagnement et un seul ayant travaillé dans la zone, dans le cadre de la remise en eau des vallées fossiles dix ans plus tôt.

Des compétences additionnelles ont été mobilisées de manière ponctuelle, en géographie du territoire, en hydrologie, en matière foncière, sur les politiques, ou encore en sociologie et anthropologie. Les sociologues et anthropologues ont notamment tenté d'explicitier les pré-requis et précautions nécessaires à l'intervention sur le terrain, ils ont contribué à l'évaluation chemin faisant de la démarche (Daré et al, 2008, Thiam, 2007, Boutinot, 2006) et participé à la réflexion méthodologique et théorique lors de l'élaboration du SMA. Un travail important de formations, et d'échange via des ateliers a donc été nécessaire pour effectuer des mises à niveau thématique ou méthodologique des chercheurs ou pour amorcer l'élaboration d'un langage commun via la modélisation conceptuelle. L'objectif affiché de cette phase de construction du partenariat était d'arriver à une équipe transdisciplinaire. Nous verrons que cet objectif était sans doute trop ambitieux (cf. 3.2.2.3).

Les étudiants encadrés par les chercheurs de l'équipe ont joué un rôle fondamental dans ce projet, car ce sont eux qui ont réalisé l'essentiel des études de contexte (et collecté les données). Ce sont aussi les étudiants qui ont assuré une présence sur le terrain et facilité le contact avec les partenaires.

Le montage du partenariat de terrain : des choix méthodologiques et stratégiques

Depuis le colloque sur le lac de Guiers organisé en 1984 par l'Institut des Sciences de l'Environnement (Ba et al, 1983), la recherche dans la zone du lac s'est essentiellement limitée à des travaux d'étudiants de l'Université Gaston Berger (UGB). Plusieurs rapports d'études ont aussi été produits (Projet Eau à Long Terme, Programme de Développement des Marchés Agricoles du Sénégal -PDMAS, etc...) mais ne sont pas toujours disponibles. Nous avons dû rassembler des données (éparses ou incomplètes) de diverses sources, établir nos propres diagnostics ou générer nos propres données par des enquêtes géoréférencées et la télédétection.

La situation d'attente quant aux financements d'un plan global de gestion de la ressource en eau et des territoires de la zone, et l'absence d'un organe de régulation explique que DOMINO n'ait pas pu s'appuyer sur un processus de développement territorial existant. Nous avons donc formalisé un partenariat « terrain » en facilitant la constitution d'un groupe de travail *ad hoc*, le Comité Utilisateurs, dont les participants ont été cooptés lors d'un atelier de lancement élargi (voir section 3.3). La mise en place de ce comité se justifie entre autre par la volonté de l'équipe d'associer les acteurs de terrains à toutes les phases du processus de co-construction des modèles, de manière à garantir la capitalisation des connaissances, éviter les

²² Le Pôle Pastoral Zone Sèche est une Unité de recherche en partenariat du Cirad qui regroupe des chercheurs du CIRAD, de l'ENEA, de l'ISRA, du CSE et de l'UCAD.

incompréhensions, et progressivement bâtir une relation de confiance. Il s'agissait également, de mobiliser les partenaires en vue d'une régulation socialement admise de l'affectation des terres, nécessairement produite par les discussions engagées sur le long terme et avec des acteurs ayant appris à se connaître. Le Comité Utilisateurs est composé de 17 membres, représentants des autorités administratives de l'Etat (sous-préfecture, Centres d'Appui au Développement Local -CADL), des collectivités locales (conseillers ruraux, et présidents du Conseil Rural), de la société civile (représentants des producteurs de la zone -agriculteurs, éleveurs, pêcheurs, des médias (radio communautaire), et de la Compagnie Sucrière du Sénégal (CSS). Il dispose d'une charte qui définit son statut de même que les responsabilités des membres. Des enquêtes ont permis de mieux connaître le profil de ces acteurs et leurs expériences passées (notamment en cartographie et concernant leur participation à des projets de développement). Notons la présence de la SAED lors des ateliers, de même que la participation pleine du sous préfet lors du dernier atelier²³.

	Institution	Attentes exprimées vis-à-vis du projet
Partenaires scientifiques actuels (équipe DOMINO)	UCAD (A. Bah)	Mise en œuvre de la démarche AGGRO (Thèse EPHE, 2008) et publications scientifiques; appui matériel et appui aux étudiants.
	UCAD (A. Soumare)	Acquis dans la zone plus en amont (moyenne vallée du Sénégal) : étude géographique de la dynamique des systèmes de production agro-pastorale. Apprentissage de l'interdisciplinarité et première implication dans une recherche-développement ; publications scientifiques ; appui matériel.
	ENEA (I. Diop Gaye)	Implication dès la rédaction du projet ATP Expertise en socio-économie rurale Maîtrise de nouveaux outils pédagogiques, test de modèles théoriques de programmation et de localisation d'équipement. Source de stage potentiel pour les étudiants. Meilleure connaissance de la zone du Lac et de ses enjeux.
	CIRAD (G. Leclerc, I. Toure, G. Magrin, L. Boutinot)	Appui méthodologique et financier pour la thèse Mise en œuvre d'une démarche ComMod multi-niveau, à l'échelle d'un petit territoire ; publications scientifiques ; partenariat chercheur nord-sud ; encadrement d'étudiants ; animation du PPZS ; appui à GIRARDEL et aux thésards ; appui financier.
Partenaires scientifiques France métropolitaine	CIRAD (JP Müller)	Développement, test et amélioration de plateforme informatique MIMOSA
	UCO (C. Fourage)	Formation et encadrement d'étudiants par le biais de stages Analyse sociologique du positionnement du chercheur en sciences sociales mettant en œuvre « une éthique de responsabilité » dans les démarches de recherche-développement.
Partenaires de développement	SAED (Seydou Camara/Madie ri Ba Diop)	Chargé du pilotage de l'aménagement des terres de la vallée du Sénégal et du suivi des aménagements hydro-agricoles – mise à disposition de cartes et de données sur les aménagements. Nouveaux terrains pour l'extension des POAS
Partenaires administratifs	Sous-Préfecture	Représentant local de l'Etat - Validation des affectations foncières, meilleure connaissance des problématiques de développement sur son territoire
	CADL (Centre d'appui au	Rôle d'intermédiaire entre populations locales et l'Etat et aussi entre populations et développeurs – interlocuteurs privilégié des missionnaires en milieu rural.

²³ Ces derniers ne sont pas membres du Comité Utilisateurs car personne (ni même eux) n'en avaient manifesté la demande lors de l'atelier de lancement.

	développement local)	Intérêt pour la production d'outils pour une meilleure sensibilisation
Partenaires locaux (Comité Utilisateurs)	PCR (Présidents de Conseil Rural)	Attentes en termes de formation, de contacts, pour le montage de projet. Intéressé par tout ce qui touche le lac et moyens de régler les problèmes fonciers.
	CR de Keur Momar Sarr, Syer, Mbane, Ronkh	
	Représentants d'OP (Pêche, maraîchage, patate douce, élevage), radio rurale, Groupement de femmes producteur	Attentes en termes de formation, de contacts, pour le montage de projet. Intéressé par tout ce qui touche le lac.
	CSS	Intéressé par les aspects de médiation, de contact avec les populations
	Commune de Richard Toll	Intéressé par tout ce qui touche le lac, notamment la gestion de l'eau qui est faite à Richard-Toll.

Tableau 8 : synthèse du dispositif partenarial DOMINO-Sénégal

3.2.2.2 Démarche de modélisation

La démarche de modélisation s'est déroulée à deux niveaux : au niveau de l'équipe DOMINO-Sénégal d'une part, et sur le terrain avec le Comité Utilisateurs d'autre part. Sur le terrain la phase participative a consisté en cinq ateliers de deux jours qui ont permis 1) le diagnostic de l'usage et de la gestion des terres et du foncier ; 2) le renforcement des capacités des membres du Comité Utilisateurs; 3) le paramétrage des outils. Notons qu'il reste un atelier à réaliser, lequel permettra de valider les outils construits et d'initier un travail de prospective territoriale.

Au sein de l'équipe DOMINO-Sénégal : une construction d'outils en plusieurs étapes.

On peut identifier 2 étapes de modélisation sur le terrain Sénégal:

1) la modélisation conceptuelle a débuté lors de la formation UML/AGR en juillet 2005 (Equipe DOMINO, 2005a), un premier modèle conceptuel sur le foncier a été esquissé, puis un deuxième modèle conceptuel sur le foncier, mais focalisé sur la procédure d'affectation des terres, lors d'une formation UML à Dakar en Novembre 2005; un premier modèle conceptuel commun est élaboré en décembre 2005 lors de l'atelier intersite (Equipe DOMINO, 2005b); puis le modèle conceptuel générique Sénégal (début 2006) prend forme et est testé sur des questions de recherche; un premier jet d'ontologie de la gouvernance environnementale est réalisé fin 2007.

2) implémentation des modèles : l'implémentation CORMAS du modèle spatial générique est réalisée mi 2006 ; les cartes de l'atlas sont élaborées début 2007 ; le modèle GRAOUL est élaboré début 2006 et complété début 2008; le modèle Bioéconomique est élaboré début 2007; le modèle AIDA est conçu début 2007 et une première version est implémentée fin 2007 et début 2008 (Version 2);

La première étape a mobilisé de 3 à 4 chercheurs de l'équipe DOMINO-Sénégal, alors que la deuxième a été portée par les modélisateur travaillant de manière relativement indépendante, avec restitutions périodiques à l'équipe.

La modélisation a souvent fait appel à des chercheurs extérieurs à l'équipe DOMINO-Sénégal, notamment un spécialiste des systèmes d'information, un économiste, deux sociologues, et un informaticien modélisateur.

Sur le terrain : les ateliers participatifs avec le Comité Utilisateurs

Cinq ateliers de deux jours chacun ont été répartis sur une période de 18 mois. Ils ont permis d'identifier des besoins en termes de compétences et d'outils²⁴. **L'atelier 1** (Leclerc et al, 2006) a marqué le lancement de la phase de partenariat terrain du projet, par le diagnostic initial sur les enjeux liés au foncier et les outils mobilisés pour y répondre, et la constitution du Comité Utilisateurs. Il a permis d'identifier un besoin pour un outil de prospective territoriale (outil « GRAOUL »). **L'atelier 2** (Leclerc, 2006, Boutinot, 2006) a consisté en une mise en situation visant à susciter un débat sur l'affectation des terres et d'en faire émerger les enjeux et les stratégies d'acteurs. Il a montré la nécessité de renforcer les capacités des membres pour une plus grande maîtrise de la cartographie, et le besoin pour le Conseil Rural de disposer d'outils de gestion du foncier. Cela sera à l'origine des outils « BDFoncier » et « AIDA ». **L'atelier 3** (Touré et Leclerc, 2007) a été consacré au renforcement des capacités des membres du Comité Utilisateurs en matière de cartographie. **L'atelier 4** (Leclerc et al, 2007) s'est penché sur les usages des terres et les facteurs contribuant à leur dynamique, ce qui a notamment permis de débiter le paramétrage participatif de GRAOUL. **L'atelier 5 (Bah et al, 2007b)** a consisté en un jeu de rôles et un focus group sur la procédure d'affectation des terres, qui a aussi permis alimenter la réflexion sur l'outil AIDA. Les moments clé des ateliers sont en général filmés. Les ateliers ont fait l'objet d'une analyse sociologique (Boutinot et al, 2007; Thiam, 2007).

Atelier 1 : lancement de la phase terrain. L'objectif principal du premier atelier était de démarrer officiellement la phase d'accompagnement de l'ATP DOMINO, en établissant un partenariat recherche-développement pour la co-construction d'outils d'aide à la décision en matière de foncier et d'usage des terres. L'entrée choisie était de positionner la recherche en terme de renforcement des capacités des institutions locales à mieux comprendre et définir les enjeux et problématiques fonciers. Un travail en deux groupes a permis de recenser les modes de régulation qui nous ont permis de mieux cibler la conception d'outils de médiation opérationnels et partagés. Des présentations de la SAED, de la DAT, de la DGPRE, et de l'équipe DOMINO ont permis aux participants de mieux connaître la gamme des outils disponibles et leur domaine d'utilisation. Finalement, nous avons pu mettre en place un comité plus restreint qui nous a accompagné dans le processus de co-construction des outils. Le Comité Utilisateurs tel qu'établi en date du 6 avril 2006 est composé des présidents des communautés rurales de Keur Momar Sarr, Syer, Mbane, Ronkh et Ross Bethio, d'un représentant de la commune de Richard Toll, d'un représentants des OP patate douce, maraîchage, pêche, et éleveurs, des groupements féminins de producteurs, de la radio rurale, de la CSS, du chef de CADL de Keur Momar Sarr et celui de Mbane²⁵.

²⁴ Les outils et leurs acronymes sont décrits dans la section suivante.

²⁵ Le Comité Utilisateurs sera complété par deux éleveurs de la région de Niassante, et d'un représentant des chefs de village, lors de l'atelier suivant (atelier 2).

Les travaux de groupe ont permis de déterminer quatre grandes classes de problèmes : les difficultés d'accès à la terre et à l'eau et notamment l'inégal accès au foncier selon des critères sociaux-culturels ; le non-respect de la réglementation ; les relations intersectorielles tendues au niveau local ; la mauvaise gestion de l'environnement. Selon les participants ces problèmes persistent et certains vont en s'aggravant, et ce malgré la présence d'institutions pertinentes et d'instruments variés. Les modes de résolution proposés étaient alors les suivants : l'application de la loi et le recours à la justice, la sensibilisation, la planification et l'aménagement et l'intermédiation. Les outils mobilisés sont relativement classiques. Il s'agit d'outils juridiques (sanctions, arrêtés, plaintes, délibérations), de plans et chartes, de travaux d'aménagement (reboisement, fonds de maintenance), de commissions, et des médias.

La participation de plusieurs aménageurs à l'atelier a probablement été déterminante en faisant ressortir le rôle de la planification dans le développement territorial, de même que l'absence d'outils de prospective territoriale (notamment d'outils de modélisation). C'est ce qui a motivé le développement de l'outil GRAOUL (voir atelier 4 et la section 3.3.2.3).

Atelier 2 : affectation des terres pour l'agriculture, l'élevage, ou la pêche. L'objectif de cet atelier était de susciter un débat sur la terre et les projets agricoles de la région du lac de Guiers-Tatki. Il s'agissait d'abord de se focaliser sur la terre en déroulant deux processus fictifs de projet agricole afin de voir sur quel type d'argumentaire les protagonistes appuient leur demande, les mécanismes et astuces pour capter l'intérêt de l'auditoire et pour observer les rapports de pouvoir qui se jouent autour d'une demande foncière. Implicitement le jeu permet aux chercheurs et aux membres du Comité Utilisateurs de mieux se connaître et ainsi d'affiner une stratégie pour l'accompagnement. Nous avons adopté une approche minimaliste où aucune règle n'est imposée, de manière à permettre l'expression « spontanée » des normes, de représentations, et de stratégies d'acteurs. Le jeu a donc consisté en une mise en situation : un participant choisi par les chercheurs élabore un projet agricole et présente une demande de terre pour ce projet. Le Comité Utilisateurs doit alors s'organiser et se positionner vis-à-vis de cette demande.

Mis à part la demande du GPF plus réaliste, les "projets agricoles" proposés ont été très ambitieux, en droite ligne avec les politiques de modernisation du président Wade (l'atelier coïncidait avec le dévoilement du plan REVA, ce qui a peut-être joué un rôle). Les membres du Comité Utilisateurs se sont spontanément organisés en Conseil Rural (les Présidents de Conseil Rural jouant leur rôle, les autres jouant un rôle de conseiller ou d'opposant, alternativement ou en même temps). Un constat : il n'y a pas eu recours aux membres présents des services techniques (CADL) ou de la recherche, ni mention de la sous-préfecture, du conseil régional, ou des services forestiers. Les éleveurs et les pêcheurs ont clairement exprimé leurs revendications en termes de terre et d'accès à l'eau (projet de laiterie moderne et projet de pisciculture).

Les mises en situation ont fait ressortir une difficulté à situer la demande de terre dans l'espace (d'où la nécessité d'une formation par la suite en cartographie – voir atelier 3), une dérive du débat vers les aspects techniques (étude de faisabilité, d'impact, etc..) ce qui permettait au "Conseil Rural" de repousser la délibération, des débats sur la notion de résident vs étranger (cf. éleveurs de la lointaine Niassante) et conflits agriculteurs-éleveurs (notamment les "méfais" de la transhumance). Les problèmes de la corruption, du manque de transparence des procédures et donc de leur clarification ont été clairement soulevés. Cela a motivé le développement d'outils portant sur la procédure d'affectation des terres à l'usage du Conseil Rural, notamment une base de donnée foncière (BDfoncier) et un outil permettant

d'analyser les impacts des décisions d'affectation (AIDA – voir atelier 5 et sections 3.3.2.2 et 3.3.2.5).

Atelier 3 : formation à la cartographie participative. Lors de l'atelier 2 nous avons pu constater les difficultés de la plupart des membres du Comité Utilisateurs à se représenter graphiquement l'espace. De plus cette représentation s'avère centrale à la construction des outils GRAOUL et AIDA. Nous avons donc repris une méthode de formation à la cartographie élaborée dans le cadre d'un autre projet (Touré et al, 2004), avec l'objectif de transférer ces compétences aux membres du Comité Utilisateurs, ce qui devrait leur permettre de mieux décider de l'aménagement de leur espace et contribuer au développement de l'outil ATLAS (cf. section 3.3.2.1). Plus spécifiquement les membres devaient pouvoir, au sortir de cette formation, 1) Savoir lire une carte de base et de synthèse ; 2) Maîtriser l'interprétation de la légende et du symbolisme cartographique ; 3) Savoir utiliser la carte dans la prise de décision.

A travers des exposés, des exemples, et des exercices au tableau, et l'utilisation de cartes de plus en plus complexes, les participants ont pu assimiler les quatre principes de base de la lecture et l'interprétation et de l'élaboration de la carte, à savoir : le titre, l'orientation, la légende, l'échelle. Les participants ont su identifier des erreurs des cartes et y introduire certaines informations pertinentes²⁶. Ils ont aussi appris comment mesurer la distance entre deux points de la carte.

Les exercices liés à l'usage de la carte pour la prise de décision ont été axés sur le choix des meilleurs emplacements des systèmes de production en fonction des critères retenus par les participants. C'est ainsi que les principaux producteurs (agriculteurs, éleveurs et pêcheurs) représentés dans la salle sont passés au tableau pour expliquer les critères (environnementaux et écologiques, hydriques et hydrologiques, édaphiques et pédologiques....) de leur choix en se basant sur l'analyse de la carte pour localiser les meilleures terres agricoles, les meilleures zones pastorales, et les meilleures zones de pêches. Les participants ont eu de la difficulté à dessiner ces zones sur la carte, probablement par manque d'information permettant la localisation et la délimitation, mais aussi par manque de temps. Les informations ont été essentiellement de nature générale. Il ressort de cet exercice que les critères pour les meilleures terres de culture (plus on se rapproche du lac meilleures sont les terres) sont les mêmes peu importe l'activité principale (agriculture, élevage et pêche), mais que cette dernière est déterminante pour l'accès aux bonnes terres. Des discussions ont alors porté sur les possibilités qu'apportent les POAS, mais aussi sur les problèmes rencontrés pour le suivi ainsi que leur actualisation. Notons aussi les difficultés de traduire en pular ou *Wolof* des termes techniques en français ; la discussion du sens des termes avec les participants a probablement contribué au processus d'apprentissage.

Atelier 4 : Les usages des terres et leur dynamique. L'objectif de l'atelier était d'analyser le changement de l'utilisation des terres de la région lac de Guiers-Tatki, afin de paramétrer, de manière participative, le modèle de simulation GRAOUL et d'introduire aux acteurs les concepts apportés par ce modèle. Cela impliquait de faire ressortir les connaissances endogènes sur les moments de rupture et les changements survenus dans la zone, et sur l'utilisation et l'aptitude des terres de la zone. Cet exercice a été l'occasion de poursuivre le renforcement des capacités des acteurs à l'usage des cartes, et d'introduire un outil d'aide à la discussion adapté aux systèmes complexes, le spidergram. Les membres du

²⁶ La correction des cartes et leur enrichissement est réalisée par les géomaticiens de l'équipe en collaboration avec les acteurs (voir l'outil ATLAS)

Comité Utilisateurs ont montré qu'ils maîtrisaient bien les notions de base de la cartographie, mais aussi les cartes plus complexes comprenant différents types de pistes, d'usages des terres, et des centaines de villages. Les principaux facteurs de changements ont été identifiés et partiellement priorisés. Trois usages de la terre (Patate douce irriguée, Pâturages, Mil) ont été traités pour leur intégration dans GRAOUL.

Avec la technique du spidergram les participants ont pu identifier les principaux facteurs qui ont affectés la vie des populations dans la région, et évaluer leur importance relative. Les résultats sont synthétisés dans le

Tableau 9. Les discussions qui ont accompagné l'élaboration du diagramme ont permis de préciser la nature des changements mentionnés. Le temps a cependant manqué pour que tous puissent se prononcer sur l'importance relative des facteurs de changements.

Moments de rupture	Poids
La création des communautés rurales (1972) et la décentralisation (1996)	14
Les infrastructures : routes, électricité, radio communautaire, etc..(dates non définies)	13
Le lac, les barrages (dates non définies)	10
Les organisations paysannes, OCB (1975)	8
L'alphabétisation, la scolarisation (1960, 1976)	5
Le conflit Sénégal-Mauritanien (1989-1991)	5
Le culturel, les coutumes (~1970)	4
Le zonage, l'organisation des usages (1976)	3
La grande sécheresse (1973, 1976)	1

Tableau 9 : principaux facteurs de changement et leur poids relatif pour la zone du lac de Guiers, estimés de manière participative.

L'exercice suivant consistait à analyser les principaux usages de la terre dans la zone d'étude. Pour un usage de la terre donné, il s'agissait de répondre aux questions suivantes :

- Quels sont les utilisations ? (à quoi et à qui ça sert)
- Quelle importance dans la région/ailleurs (surface, économique, social)
- Depuis quand il y en a dans la région?
- Existe-t-il une politique pour cet usage ? (subvention, protection)
- Quelle est la tendance de la production ?
- Quelles sont les caractéristiques des meilleurs endroits ?
- Comment cet usage pourrait t'il se développer plus ?
- Quelles sont les contraintes et problèmes liés à cet usage ?

Par manque de temps il n'a été possible de traiter que de trois usages des terres, correspondant à trois grandes catégories d'usages : patate douce (Agriculture irriguée), mil (Agriculture pluviale) et pâturages (Elevage). Ces usages correspondent, pour chaque grande catégorie, aux plus grands consommateurs d'espace de la zone (tels qu'estimé à partir de nos données d'enquête). Deux participants ont dessiné sur les cartes de bas

Figure 36), les zones où l'on retrouve la patate douce, et les pâturages. Le temps a manqué pour la cartographie des cultures de mil.

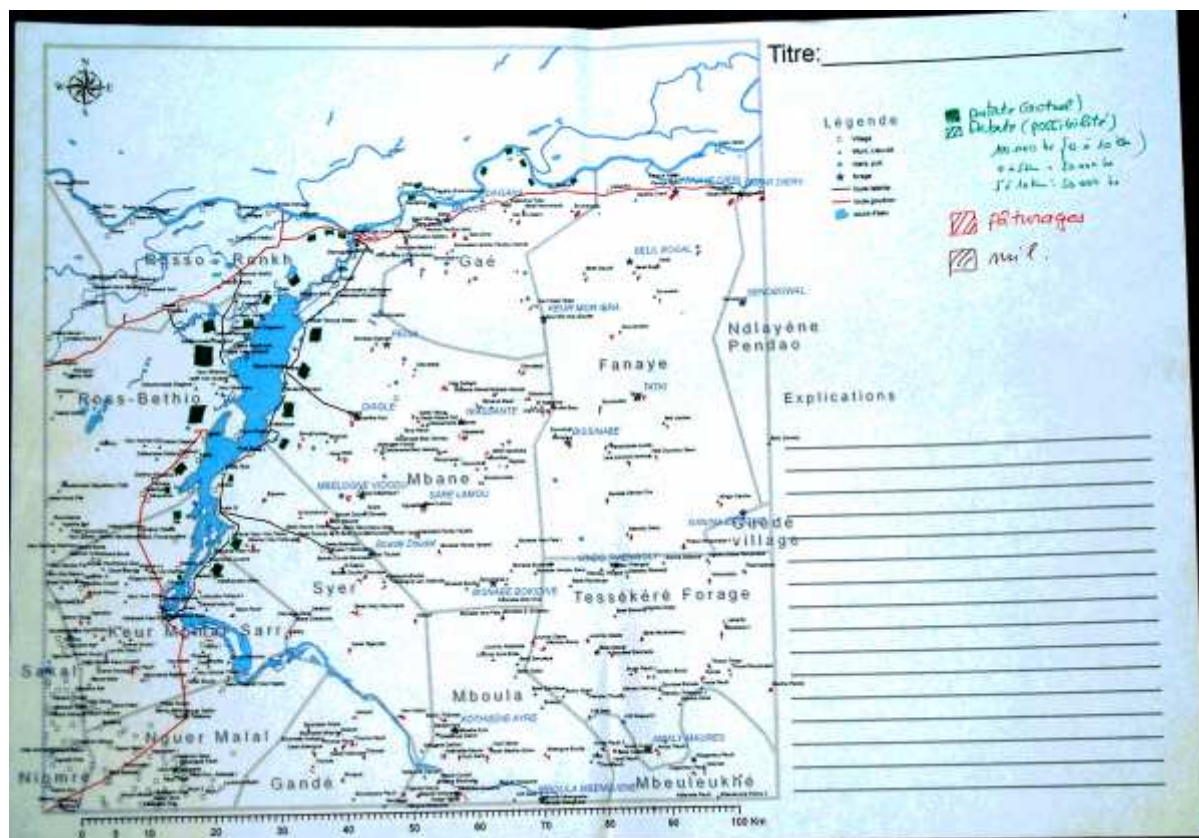


Figure 36 : carte de base de l'atlas, sur laquelle les acteurs ont tracé les parcelles de patate douce (rectangles verts) et les bons pâturages (points rouges)

Atelier 5 : La procédure d'affectation et ses effets. Le premier atelier de conception de AIDA consiste en un jeu de rôles (Jour 1) et d'un focus groupe (Jour 2). Le jeu de rôles reprend le processus d'affectation des terres en faisant participer les acteurs à différents niveaux d'organisation (Etat, Conseil Régional, conseil rural, Populations) sur un lieu appelé Espace Terroir. Chaque groupe d'acteurs a un rôle défini statutairement et intervient selon la séquence définie par les règles normatives (légales ou non) d'affectation des terres : 1) les acteurs font des demandes d'affectation ; 2) le Conseil Rural s'occupe des délibérations ; 3) l'Etat s'occupe de la validation des décisions. Le Conseil Régional, lui, n'intervient que pour les aménagements transversaux. Le jeu reproduit cette séquence et fait appel à des formulaires standardisés (demande de terre, restitution des groupes).

Le focus group a pour objet d'initier un travail réflexif dans une démarche de production collective de connaissances validées. Il s'agit pour les participants d'analyser le processus d'affectation mis en œuvre dans le jeu de rôles ; d'identifier et d'analyser les différents impacts des décisions d'affectation ; de négocier des solutions pour les « situations problèmes ».

Nous avions prévu de faire un tour de jeu pour chacune des communautés rurales bordières du lac. Cependant après le premier tour sur la communauté de Keur Momar Sarr, les participants ont demandé de rejouer et de reprendre les délibérations. Lors du premier tour 1508 hectares de terre ont été demandés, et seulement 372 affectés. Lors du deuxième tour les demandes totalisaient 261 hectares, dont 253 ont été affectés.

Le jeu de rôles a permis de mettre en évidence des demandes de terre pour l'agriculture, l'élevage, la pisciculture, le tourisme, et pour un usage agropastoral (probablement en lien direct avec le plan REVA). De nombreuses demandes qui ne spécifiaient pas d'usage ont tout

de même été affectées (ce que la loi ne permet pas en principe). Les demandes se situaient à proximité du lac ou de projets de canaux d'irrigation.

Le focus group a relevé des problèmes de transparence en cas de rejet de la demande : clientélisme, pression « d'en haut », de même qu'un manque de solidarité au sein du Conseil Rural. Des solutions sont proposées : respect de la procédure d'affectation telle que décrite par la loi et contrôle effectif de la légalité et de la mise en valeur, indemnisation et formation des conseillers ruraux pour éviter la corruption, information sur le plan de gestion du lac initié par l'Etat. Soulignons que la question de l'équité a été soulevée : faut-il affecter seulement à ceux qui en ont les moyens ?

3.2.2.2.1 Complémentarité des outils

Le processus de recherche-action décrit dans la section précédente a permis d'identifier trois volets importants de l'aide à la gestion stratégique des territoires à différentes échelles : 1) la maîtrise des cartes ; 2) la localisation des affectations de terres et le suivi des décisions d'affectation ; 3) l'anticipation des changements d'usage des terres. Des outils sont développés pour accompagner les acteurs et seront validés lors des prochains ateliers. L'objectif des outils est l'aide à la décision stratégique par diverses catégories d'acteurs. Dressons le bilan des différents outils mobilisés dans la démarche partenariale afin d'en expliciter les complémentarités et les évolutions.

A l'échelle micro, le modèle bioéconomique (outil **BioEcon**), destiné d'abord aux chercheurs, permet de modéliser l'impact économique et environnemental des choix techniques et culturels au sein de l'exploitation agricole. Il permet aussi aux chercheurs de mieux comprendre le fonctionnement des exploitations et les problèmes que rencontrent les agriculteurs et les éleveurs pour mener à bien leur activité productrice. BioEcon, en explicitant l'exploitation agricole, vient en appui à GRAOUL et AIDA 2.

A l'échelle régionale se trouve l'outil **GRAOUL** (outil de Gouvernance Régionale pour l'Affectation Optimale des Terres), qui permet de simuler les dynamiques d'usage des terres en tenant compte de l'aptitude de la terre, des dynamiques passées, des politiques foncières, et de la demande de terre. Il permet donc de faire de la prospective pour différents scénarios, d'anticiper la demande régionale de terre et l'endroit où elle a la plus grande probabilité d'être satisfaite. Cela permet aux aménageurs et aux décideurs de mieux élaborer leur politique foncière (zonage, aménagements, etc..) et d'anticiper les problèmes (saturation et spéculation foncière, conflits agriculteurs-éleveurs, etc..). Le modèle est construit sur la plateforme CLUE-S (Verburg, Veldkamp, and Espaldon, 2002). GRAOUL permet de montrer où il est plus probable que les demandes d'affectation aient lieu, une des fonctionnalités de AIDA2.

La base de données sur le foncier (outil **BDFoncier**) est destinée au Conseil Rural pour sa gestion quotidienne du foncier. Doté d'une ergonomie adaptée, il permet de garder (et de retrouver) la trace des affectations, depuis la demande de terre jusqu'aux procès verbaux des délibérations, l'inscription au registre foncier et le suivi des décisions. Les limites de chaque parcelle sont géoréférencées (par GPS) pour éviter les doubles affectations et permettre d'estimer le disponible foncier de la communauté rurale. BDFoncier synthétise toutes les informations considérées comme essentielles par le Conseil Rural, et renseigne donc le volet foncier de AIDA.

La procédure d'affectation et les impacts des décisions d'affectation, sont traités par l'outil **AIDA** (Analyse des Impacts des Décisions d'Affectation). Du fait de sa conception AIDA est un modèle à base d'agents qui comprend une interface d'initialisation pour

positionner et documenter les demandes, et un simulateur pour proposer des impacts possibles. La version 1 de l'outil doit être encore testée avec les membres du Comité Utilisateurs. Le simulateur (version 2) en cours de développement est construit sur la plateforme CORMAS (<http://cormas.cirad.fr>).

Finalement l'**Atlas évolutif** permet de rassembler les informations, de les synthétiser, de garder une trace du processus et contribue à fournir les cartes qui sont le support ou les entrées des outils informatiques. Les cartes sont standardisées (taille, échelle, disposition) pour permettre aux acteurs de s'y retrouver facilement. Ils disposent notamment d'une règle graduée adaptée à l'échelle de la carte pour leur permettre d'y mesurer des distances. Chaque membre du Comité Utilisateurs dispose d'un porte-vue pour rassembler les cartes produites lors des différents ateliers, et éventuellement les cartes produites dans le cadre de ses activités. L'atlas comprend aussi le SIG qui intègre les différentes cartes en format numérique et autres données géoréférencées.

3.2.2.3 Bilan sur l'implication des partenaires et la démarche de modélisation

Le partenariat scientifique

Le partenariat scientifique a mobilisé plusieurs chercheurs, dont 5 de manière continue (avec des niveaux d'investissement très variables en temps) du début à la fin du projet (ces 5 chercheurs représentent ce que nous appellerons l'équipe DOMINO-Sénégal).

D'autres chercheurs ont préféré n'intervenir que comme personne ressource ou ont demandé à être informés mais sans participer. Ces derniers jouent cependant un rôle important. En effet ils ont eu des attentes vis-à-vis du projet, même s'ils ne peuvent s'y investir, et nous ont invités à participer à des événements en lien avec DOMINO : restitution du plan de gestion du lac de Guiers, Mercredi de Girardel, Atelier foncier et conférence internationale sur la gouvernance locale en gestion décentralisée des ressources naturelles. Soulignons aussi l'investissement des chercheurs « associés », autres personnes ressource, qui sont venus en appui à DOMINO de manière ponctuelle mais ont joué un rôle clé pour la production scientifique de l'équipe. L'implication d'une sociologue de l'UCO dans la conception des outils et l'organisation des ateliers a également contribué au recueil des données, à analyser les effets induits par la mise en situation et ainsi à nourrir le modèle AIDA.

Les chercheurs de l'équipe DOMINO-Sénégal ont été des ambassadeurs motivés du projet, prêts à le défendre à l'extérieur (par exemple en remplaçant le coordinateur à l'occasion de certaines réunions), et ont été très impliqués lors des activités communes. En dehors de ces périodes, cependant, il leur a été plus difficile de s'investir. Soulignons cependant que le lac de Guiers constitue maintenant un terrain privilégié d'étude et d'intervention de l'UCAD et de l'ENEA, et que cela n'aurait pas été possible sans l'investissement des chercheurs de l'équipe et leur appropriation de la problématique.

L'essentiel des études de contexte a été réalisé par le biais de stages de fin d'étude, ou de mémoires, encadrés par des chercheurs. Cependant il n'a pas été possible d'impliquer les étudiants en tant que membres à part entière de l'équipe DOMINO, car cela remettait en question la relation encadreur-étudiant de mise au Sénégal. Si nous avons de fait évité des malentendus, nous avons peut-être manqué l'occasion d'une animation scientifique complète.

Les calendriers très chargés des partenaires scientifiques et des *modus operandi* différents (et peut-être une certaine dispersion) ont rendu la tâche de coordination extrêmement ardue. Nous avons essayé, sans succès, d'introduire divers outils de pilotage pour faciliter l'échange d'informations et la coordination. De plus, la décentralisation des responsabilités n'a pas non plus porté les fruits escomptés. Ainsi, l'essentiel des réunions de travail ont été organisées par le coordonnateur, lequel a dû, en dernier recours, reprendre en main plusieurs des tâches théoriquement décentralisées. La nature du travail en partenariat scientifique semble être d'un autre ordre que celui des projets, où l'on a un certain contrôle sur plusieurs paramètres clé et pour lequel des outils de pilotage ont fait leurs preuves.

Malgré les nombreuses réunions de coordination (auxquelles il y a eu un excellent taux de participation), et les espaces de rencontre scientifique (présentations des étudiants, « mardi de DOMINO »²⁷, etc.), l'information a circulé difficilement (sauf celle émanant de la coordination) et nous n'avons pas réussi à atteindre les objectifs de transdisciplinarité que nous nous étions fixés. L'investissement en temps des chercheurs (hors coordonnateur) de l'équipe DOMINO-Sénégal s'est porté surtout sur les ateliers (intersites ou intrasites), les réunions de programmation, et l'encadrement des étudiants. Une recherche en partenariat visant la construction d'une transdisciplinarité, demanderait que l'on réserve des périodes importantes de « retraites » permettant aux chercheurs de travailler ensemble loin des distractions quotidiennes..

Le partenariat terrain

La mise en place du Comité Utilisateurs a demandé beaucoup de soin. Nous souhaitions en effet être certains que les objectifs du projet étaient bien compris (d'autant plus que la demande initiale du projet ne venait pas de ces acteurs), que notre rôle et les attentes que nous avions étaient bien explicites, de manière à pouvoir accompagner les mêmes acteurs pendant toute la durée du projet. Nous avons formalisé le partenariat en dotant le Comité Utilisateurs d'une charte, les membres disposant d'une carte de membre. Nous avons dressé un profil de ces personnes, évalué leur perception du projet et identifié leurs attentes. Il semble que cet effort ait porté ses fruits car la participation des acteurs locaux a été exemplaire. Le taux de participation aux ateliers des chercheurs et des différentes catégories d'acteurs membres du Comité Utilisateurs et d'utilisateurs des outils a en effet été très satisfaisant²⁸ (Figure 37), et pourrait être indicatif qu'un certain capital social est en construction.

Un point en notre défaveur a été notre incapacité à communiquer au Comité Utilisateurs, sous une forme écrite simplifiée ou à la radio communautaire, les objectifs et les résultats du projet (études, ateliers, outils)²⁹. Ceux-ci étaient cependant rappelés oralement au démarrage de chaque atelier.

²⁷ Les mardis de DOMINO ont été tenus régulièrement pendant le premier semestre 2006. Il s'agissait d'un lieu de rencontre, où les chercheurs et les étudiants pouvaient échanger sur leurs travaux selon un format libre.

²⁸ Notons la participation occasionnelle d'acteurs non membres du Comité Utilisateurs, qui a pu quelquefois alourdir le processus.

²⁹ Cela a cependant été corrigé début 2008, avec la distribution d'un rapport d'étape détaillé aux membres du Comité Utilisateurs.

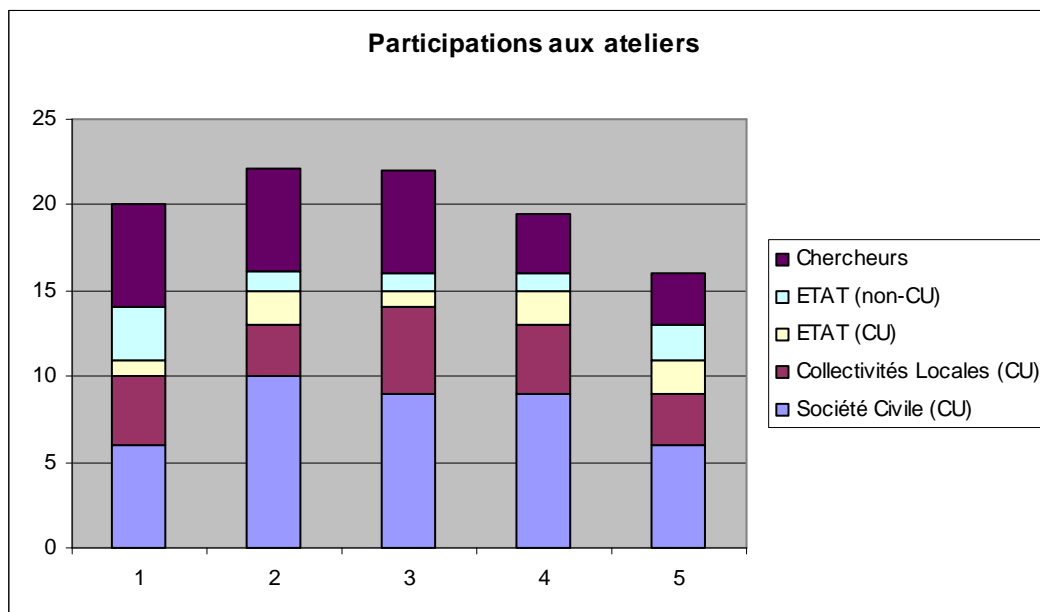


Figure 37 : Participation aux différents ateliers DOMINO, selon les types d'acteur.

3.3 RESULTATS

Les résultats obtenus ont été regroupés en deux groupes :

- 1) Les études de contexte, qui visent à mettre à jour l'information sur la zone d'étude et fournir les données utiles à la conception, le paramétrage et l'initialisation des modèles. La présentation de ces études suit le format scientifique standard (Objectifs-méthode-Résultats-Discussion-Conclusion). Nous concluons chaque étude de contexte en indiquant l'intérêt pour la réflexion sur les enjeux de DOMINO et sa contribution aux outils développés
- 2) la modélisation en tant que telle où sont présentés les modèles implémentés et les outils. Le format de présentation est adapté des principes de génie logiciel (analyse des besoins-Conception et Implémentation-Tests, utilisation, et maintenance).

3.3.1 ETUDES DE CONTEXTE

Le projet a produit plusieurs études (dans le cadre de maîtrise, DESS ou thèse) pour actualiser les connaissances de la zone et des enjeux agricoles, fonciers, territoriaux, politiques, et environnementaux.

Trois études se sont intéressées aux enjeux fonciers locaux : l'une sur l'analyse des modes d'accès à la terre, l'autre sur l'analyse des impacts des décisions d'affectation, et la troisième sur les évolutions foncières liées aux interactions entre l'élevage et l'agriculture irriguée.

Une autre étude a concerné les systèmes de production, leur productivité, et les disparités en termes de moyens, de terre et de main d'œuvre, dans un contexte de risque. Dans celle-ci, une typologie et une caractérisation des exploitations agricoles a été établie à partir de données collectées pour 199 ménages et leurs caractéristiques essentielles.

Les enjeux territoriaux ont été traités dans le cadre d'une thèse sur les dynamiques territoriales qui a posé un regard ex-post sur les POAS de la zone. Les enjeux politiques ont été traités dans le cadre d'une animation à l'université Gaston Berger (mercredis de Girardel) portant sur les collectivités locales, ressources naturelles, et participation (éléments de thèse, « Mercredis de Girardel »³⁰, et communication) ; une analyse politique a aussi été réalisée par le biais d'une consultance. Les enjeux environnementaux ont été abordés dans le cadre d'un mémoire de maîtrise sur les dynamiques environnementales dans la région du lac de Guiers.

Ces études ont alimenté le dialogue interdisciplinaire et la modélisation conceptuelle. De même, ils ont également influencé la conception des outils ou y contribuer. Nous les présentons ici dans l'ordre chronologique où elles ont été entreprises.

3.3.1.1 Les dynamiques spatiales et territoriales autour du lac de Guiers³¹

Le travail du groupe « Territoires » portant sur les dynamiques spatiales et territoriales autour du lac de Guiers a été réalisé par Géraud MAGRIN, chercheur du CIRAD en poste à l'université Gaston Berger de Saint Louis, et par Ndeye Fatou MAR, doctorante en thèse de cotutelle entre les Universités de Saint Louis (Sénégal) et Saint Etienne (France). Sa thèse porte sur les « Dynamiques d'un écosystème lacustre sahélien : multi usages et enjeux de gestion concertée des ressources naturelles autour du lac de Guiers ».

Objectifs

Ce travail avait pour enjeu de présenter la région géographique du lac de Guiers sous l'angle du rapport entre les dynamiques spatiales et les territoires. En effet, cet espace a subi au cours des dernières décennies des changements environnementaux importants du fait des aménagements successifs du fleuve et de ses défluent et des sécheresses. Autour du lac de Guiers, qui constitue la première réserve en eau douce du Sénégal, les activités humaines et l'occupation du sol ont connu des évolutions considérables (cf. partie 3.1). Parallèlement, cet espace a été l'objet de recompositions territoriales importantes : des territoires³² nouveaux ont émergé à la faveur des politiques de mise en valeur agricole et de décentralisation. Il s'agissait ainsi ici d'identifier les territoires de différentes natures qui se partagent l'hydrosystème du lac de Guiers, de s'interroger sur leurs relations avec les ressources lacustres (notamment foncières et hydriques) et sur leurs relations entre eux autour de l'appropriation ou de la gestion de ces ressources.

Méthode

Pour analyser cette relation entre territoires et dynamiques spatiales, des entretiens et des enquêtes ont été menés dans les communautés rurales concernées et les villages situés de part et d'autre des rives du lac. Ce travail a été ensuite complété par des participations à différentes réunions portant sur les études de projets d'aménagement nationaux et régionaux à l'échelle du lac.

³⁰ Les « mercredis de Girardel » sont des séminaires organisés sporadiquement par le Groupe Interdisciplinaire de Recherche pour l'Appui à la planification Régionale et au Développement Local de l'Université Gaston Berger de Saint Louis (<http://www.ugb.sn/recherche/girardel.htm>).

³¹ Voit Mar, 2006a,b, Mar et Magrin, 2006, Magrin et Mar, 2007, pour plus de détails

³² Par territoire, on entend un espace géré par un pouvoir, dépositaire d'un sentiment d'appartenance

Pour les enquêtes de terrain, un échantillonnage a été réalisé en fonction de deux critères :

1) pertinence des localités par rapport à la typologie des acteurs, activités et espaces concernés. Cette représentativité est basée sur la typologie spatiale suivante :

- secteur nord : proximité du fleuve et de ses ouvrages, de la CSS, des aménagements SAED, absence de cultures pluviales ;
- secteur centre, importantes activités maraîchères irriguées, aménagements hydro agricoles pionniers pour la patate douce, course aux terres proches du lac ;
- secteur sud : occupation et aménagements hydro-agricoles récents, présence de grands domaines affectés à des privés nationaux ou non, cultures pluviales sur le Djéri.

2) influence du lac sur les hommes et leurs activités. Il s'agissait de mesurer l'influence du lac en dehors de son environnement immédiat. Des villages représentatifs ont été choisis suivant différents contextes :

- proximité des aires protégées (Ndiael)
- proximité des vallées des Ferlo
- enclavement relatif plus ou moins marqué (village au bord de route goudronnée, piste principale, piste secondaire, plus ou moins proche des villes et des marchés hebdomadaires régionaux).

Quant au choix des usagers pour les enquêtes individuelles, il a été fait après plusieurs séjours dans les communautés rurales et des entretiens avec les autorités locales et les personnes averties des problématiques du lac. Des enquêtes plus approfondies ont ensuite été réalisées auprès de ceux qui exploitent les ressources du lac (agriculteurs, éleveurs, pêcheurs).

Pour compléter les informations sur les autres utilisateurs (grands exploitants, sociétés privées, etc.), qui n'étaient pas toujours accessibles, il a fallu suivre les grandes études d'envergure nationale, voire régionale sur la gestion des ressources du lac de Guiers.

Des grands projets en cours : le Plan de gestion du lac de Guiers et le Schéma de développement et d'aménagement du lac de Guiers ont également été suivis. La participation à des missions de restitution a été l'occasion de rencontrer des usagers et des acteurs souvent absents des réunions organisées à l'échelle des communautés rurales. Elle a permis de souligner l'importance aussi bien des acteurs locaux (usagers et gestionnaires) que des acteurs externes (Etat, société régionale, institutions) dans les dynamiques récentes autour du lac de Guiers.

Résultats

Carrefour entre Delta du fleuve Sénégal, moyenne vallée et plateau du Ferlo occidental, le lac de Guiers occupe une position de charnière au nord du Sénégal. Les activités pratiquées autour de ses rives ont un rapport direct ou indirect avec l'eau du lac. Les aménagements hydrauliques successifs sur le fleuve Sénégal et les nombreux projets d'aménagements à l'œuvre sont sources d'importantes mutations socio économiques dans la zone (Figure 38).

Les réserves foncières encore disponibles s'amenuisent et alimentent les convoitises entre usagers. Agro-industries et agricultures familiales visent les mêmes terres. La concurrence s'étend à la sphère institutionnelle. Société d'aménagement et projets de développement ont des visées parfois concurrentes sur les mêmes espaces, à partir d'entrées privilégiées par la ressource eau ou terre, mais aussi de logiques spatiales différentes : l'aménagement régional se confronte aux logiques nationales.

La question foncière est centrale. Le front agricole développé durant ces dernières décennies autour du Guiers n'a respecté ni les règles de la loi foncière ni celles de l'aménagement viable. Les jeunes territoires issus de la décentralisation se construisent sur ces dynamiques spatiales désordonnées. De nouveaux projets d'aménagements et de gestion visent une remise en ordre pour préserver les ressources et planifier leur usage de manière plus durable. Ils se heurtent à des intérêts individuels et institutionnels contradictoires.

Discussion

L'utilisation du mot territoire dans différents contextes – « les territoires du lac » ou « le territoire du lac » - mérite discussion. Dans le premier sens il s'agit plutôt d'un espace géré par un pouvoir : individu (petit exploitant), grand exploitant (CSS, etc.), communauté rurale, région, services techniques. Dans le deuxième sens le territoire est un espace approprié, l'espace d'une société (et pas d'un seul pouvoir), résultat d'une négociation entre les acteurs, de contraintes liées aux ressources, à l'espace, aux infrastructures. Le POAS, par exemple, pourrait être un outil qui contribue à la construction d'un territoire de ce type – et pas seulement celui de la gestion de l'espace de la communauté rurale. Le lac serait ainsi le centre d'un territoire qui évolue au fil du temps. C'est celui là qui est l'objet de cette étude. Il conviendrait alors de mieux comprendre cette société (les locaux et les étrangers) qui gravite autour du lac et son évolution, car c'est cette société qui construit le territoire du lac.

L'intérêt de comprendre les dynamiques des sociétés qui vivent autour du lac est évident pour saisir l'évolution de leurs relations à l'espace et à ses ressources. Cela étant, le questionnement sur le territoire ici à l'œuvre ne se limite pas d'après nous au territoire perçu évoqué ci-dessus, « le » territoire du lac, surtout s'il est présenté comme un fait socio-spatial donné, existant, évident. En fait, c'est surtout la possibilité d'émergence d' « un » territoire du Lac de Guiers qui est questionnée, dans un contexte où la multiplication « des » territoires (de gestion ou de projet) apparaît comme la dynamique la plus visible. En d'autres termes, une hypothèse est que les logiques politico-institutionnelles (décentralisation, territoires de projets des Organisations Non Gouvernementales et agences d'aide au développement) et économiques (libéralisation et affirmation de l'agro-industrie) qui président à cette inflation territoriale semblent plus favorables à une fragmentation territoriale – marquée par des compétitions, concurrences et conflits – qu'à l'affirmation d'une identité territoriale unique du Lac de Guiers. Les POAS tels qu'ils ont été réalisés jusqu'à présent contribuent davantage à une territorialisation parcellaire de la région naturelle du Guiers : menés au sein de chaque communauté rurale, ils n'ont pas jusqu'à présent intégré les relations de voisinage ni pris en compte d'autres échelles.

Conclusion

Jusqu'à présent, les logiques territoriales à l'œuvre autour du lac de Guiers illustrent bien les difficultés d'articulation verticale (de l'Etat au niveau local) et horizontale (entre acteurs de niveau local) avivées par la décentralisation. L'émergence de la conscience d'une communauté d'intérêt des acteurs locaux tributaires d'une même ressource pourrait-elle donner naissance à un nouveau référent territorial, le lac ? Un territoire (vécu, perçu, puis peut-être institutionnel, intercommunal) pourrait-il naître de la compétition entre territoires ? Un tel horizon pourrait être favorable aux nécessaires concertations entre acteurs de niveau local, pour leur permettre de négocier avec l'Etat des règles de gestion de l'écosystème lacustre préservant à la fois les intérêts locaux et l'intérêt national.

L'hypothèse inverse, qui envisagerait la possibilité d'un dépassement de cette tendance à la fragmentation territoriale, méritera tout autant d'être explorée par les recherches en cours. Il s'agira par exemple de s'interroger sur les effets des projets appréhendant l'hydrosystème du lac et ses rives comme une totalité – les deux principaux étant le schéma d'aménagement du lac promu par la SAED et le Plan de gestion du lac de Guiers (à une échelle plus modeste, on pourrait y adjoindre DOMINO). Ces projets basés sur des approches participatives, qui accordent des priorités différentes aux ressources du Guiers (l'eau à usage domestique ici, la terre aménageable là), peuvent-ils contribuer à cette émergence d'une conscience territoriale que des processus institutionnels d'intercommunalité viendraient à la fois sanctionner et renforcer ? C'est bien là l'enjeu auquel DOMINO, qui s'engage dans une approche territoriale « intégrée », doit faire face et cette étude apporte des éléments pour s'y préparer.

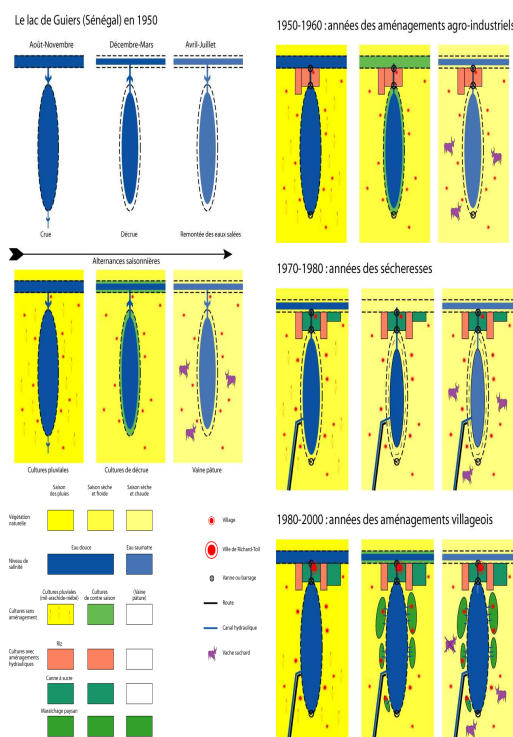


Figure 38 : diagramme chorématique de la région du lac de Guiers
(Source : G. Magrin et D. Gautier, 2005).

3.3.1.2 L'accès des populations à la terre et à l'eau dans la région du lac de Guiers³³

La nature et la pertinence de la question foncière sont d'autant plus marquées que nous nous trouvons dans un contexte de mondialisation, de libéralisation du marché et de bouleversements technologiques de l'agriculture. Un contexte où les réformes libérales sur la

³³ Le travail de recherche effectué dans le projet DOMINO s'est fait dans le cadre d'un mémoire de fin d'étude à l'Ecole Nationale d'Economie Appliquée (ENEA). Après le mémoire, l'étude a été ensuite étendue sur quatre communautés rurales riveraines du lac. Les développements qui vont suivre, concernent donc ces quatre collectivités locales. Pour plus de détails sur cette étude, voir Coumba Ndiaye (2005, 2006).

terre ont entraîné la marginalisation généralisée des travailleurs pauvres, y compris la paysannerie et une remise en cause de la notion « classique » de la terre et des questions agraires. Et la notion « classique » de terre et les questions agraires telles que nous les connaissions semblent remises en cause particulièrement dans nos pays en développement même si les études foncières sont aujourd'hui au cœur de la plupart des problèmes de développement. Le foncier soulève beaucoup d'enjeux comme en témoigne la réémergence de luttes ouvertes et silencieuses pour la terre dans plusieurs parties du monde en développement.

Le Sénégal n'échappe pas à cette mouvance. Rappelons notamment, que la région du lac de Guiers est marquée par une dynamique foncière de plus en plus affirmée à cause de la ruée vers ses importantes potentialités agricoles, pastorales, halieutiques et forestières. Les communautés rurales de Mbane, Syer, Keur Momar Sarr et Ross Béthio riveraines du lac connaissent actuellement des expériences sur la gestion foncière telles que le POAS, les structures publiques et privées d'aménagement hydro-agricoles et les unités pastorales encadrées par le Projet d'Appui à l'Élevage. Autant de particularités qui ont guidé notre choix pour le milieu d'étude. Notons également, une multiplication des mouvements sociaux comme ceux menés par le Conseil National de Concertation et de Coopération des Ruraux (CNCR) sur la réforme foncière. Un tel contexte renforce la pertinence d'une étude de la perception et des représentations propres que les populations rurales ont de la question foncière, et plus particulièrement concernant leurs modes d'accès à la terre pour leurs différents usages.

Objectifs

L'objectif général de l'étude était de déterminer les enjeux et les conditions d'accès à la terre dans la zone du lac de Guiers et en particulier dans les quatre communautés rurales de Mbane, Syer, Keur Momar Sarr et Ross Béthio. Ce qui nous a poussé à poser la question principale suivante : Quels sont les déterminants et enjeux de l'accès aux terres dans la zone du lac de Guiers ? Le

Tableau 10 résume la cadre opératoire de cette recherche.

Méthodologie

La démarche scientifique a consisté à faire d'abord une revue documentaire et une visite exploratoire permettant de mieux préciser les cadres théorique, institutionnel et géographique de la zone d'étude. Ensuite la collecte de données sur le terrain s'est faite par le biais de techniques et d'outils tels que les questionnaires, les guides d'entretien, les focus group, les entretiens semi structurés et l'observation directe. L'échantillonnage fondé sur le zonage du plan local de développement, s'est fait suivant les critères de proximité avec le lac, de l'activité socio-économique dominante et de l'ethnie majoritaire à l'échelle villageoise. Les cibles des questionnaires étaient les chefs d'exploitation. L'analyse et l'exploitation des données permettant de commenter les résultats et de tirer des recommandations ont été les dernières étapes de ce processus de recherche.

Objectif général	Déterminer les enjeux et les conditions d'accès à la terre dans la zone du lac de Guiers.			
Question principale	Quels sont les déterminants et enjeux de l'accès aux terres dans la zone du lac de Guiers ?			
Hypothèse principale	l'accès à la terre est tributaire des réalités culturelles, politiques, socioéconomiques et écologiques dans la zone du lac.			
	Cadre 1	Cadre 2	Cadre 3	Cadre 4
Objectifs spécifiques	Déterminer les différents modes d'accès à la terre (niveau de compétition et évolution)	Identifier les différentes catégories d'acteurs ayant un rôle dans l'affectation des terres ou l'influençant (niveau d'intervention)	Appréhender les enjeux socio économiques et écologiques du foncier et leurs conséquences (conflits fonciers, protection de l'environnement)	Déterminer les conditions d'un meilleur accès à la terre.
Questions spécifiques	Quels sont les modes d'accès à la terre ?	Quels sont les acteurs directs et indirects liés à l'affectation des terres ?	Quels sont les enjeux liés à l'accès au foncier ?	Quels sont les effets d'un large accès à la terre surtout pour les couches les plus vulnérables ?
Hypothèses spécifiques	L'accès à la terre se fait surtout par le mode traditionnel	L'accès à la terre implique des acteurs non locaux.	L'accès à la terre soulève des enjeux de plusieurs ordres	L'accès sûr à la terre joue un rôle capital dans l'amélioration des conditions de vie des populations.
Indicateurs	<ul style="list-style-type: none"> - Nombre de modes d'accès à la terre - Importance de chaque mode - Évolution de chaque mode - Lien entre le mode d'accès et l'activité 	<ul style="list-style-type: none"> - Typologie des activités des acteurs - Niveau d'organisation des acteurs - Niveau d'interactions entre les acteurs et les structures - Niveau d'intervention des acteurs 	<ul style="list-style-type: none"> - Conflits fonciers et types de médiations/an - Niveau des revenus liés au foncier - Initiatives pour la protection des ressources foncières - Niveau de maîtrise des textes juridiques liés au foncier 	<ul style="list-style-type: none"> - Superficiés exploitées - Revenus liés au foncier - Nombre de conflits fonciers - Exploitation et occupation illégales des ressources naturelles - Démocratie locale et stabilité sociale

Tableau 10 : cadre opératoire de l'étude

Résultats

Les quatre communautés rurales qui font l'objet de cette étude appartiennent à la région naturelle du Ferlo. Elles comptent près de 90 000 habitants sur une superficie de 5 760 km². Les *Peuls* éleveurs qui constituent la majorité ethnique de la population, occupent un habitat plutôt dispersé. Ils sont suivis de près par les *Wolofs* surtout agriculteurs qui se regroupent dans de gros villages tandis que les Maures ne font pas plus de 5% des habitants de ces collectivités locales. Nous avons enquêté 137 ménages.

Communautés rurales	Nb. cit.
Keur Momar SARR	68
Mbane	46
Ross Béthio	14
Syer	9
TOTAL	137

Tableau 11 Nombre de ménages enquêtés par communauté rurale

Les principales activités socio-économiques sont l'agriculture (pluviale et irriguée), l'élevage extensif et la pêche traditionnelle dans le lac comme en témoigne les résultats de nos enquêtes ci-dessous.

Activité principale	Nb. cit.	Fréq.	activités secondaires	Nb. cit.	Fréq.
Agriculture pluviale	46	33,6%	Elevage	57	41,6%
Agriculture irriguée	23	16,8%	Agriculture pluviale	53	38,7%
Elevage	22	16,1%	Agriculture irriguée	35	25,5%
Commerce	17	12,4%	Commerce	34	24,8%
Pêche	7	5,1%	Pêche	12	8,8%
Maraboutage	6	4,4%	Non réponse	8	5,8%
Maçonnerie	3	2,2%	Activité ouvrière	7	5,1%
Médecine	2	1,5%	Transport	6	4,4%
Non réponse	2	1,5%	Artisanat	5	3,6%
Tailleur	2	1,5%	Enseignement	4	2,9%
Chauffeur	2	1,5%	Maçonnerie	4	2,9%
Vulcanisation	1	0,7%	Gestion de télécentre	3	2,2%
Restauration	1	0,7%	Exploitation forestière	2	1,5%
Activité ouvrière (CSS)	1	0,7%	Boulangerie	1	0,7%
Boucherie	1	0,7%	Politicien	1	0,7%
Ménagère	1	0,7%	Gardiennage	1	0,7%
TOTAL OBS.	137	100%	Médecine	0	0,0%
			TOTAL OBS.	137	

Tableau 12 : Distribution des activités principales et secondaires des ménages enquêtés.

Selon l'activité, les modes d'accès aux ressources foncières peuvent différer. Les modes d'accès identifiés pour le foncier agraire sont l'héritage, le prêt, le don, le défrichage, la location et l'affectation. L'affectation, le seul légal selon le régime foncier moderne (loi du domaine national), est le second mode cité. Le prêt et la location gagnent du terrain mais rappelons que ces pratiques infra légales relèvent du régime traditionnel. La lecture de cette distribution (Tableau 13) montre clairement que le contournement de la règle juridique est l'apanage des locaux migrants quand il s'agit de l'héritage et que lorsqu'il s'agit de prêt, ce sont les migrants qui en bénéficient en premier. Toutefois, ils sont plus souvent contraints que les locaux à se conformer à la norme juridique. Il existe donc une cohabitation entre deux régimes source de confusion et de conflits. L'accès au foncier pastoral reste libre sous réserve du respect des espaces agricoles mais les éleveurs ne bénéficient pas encore d'affectations à usage pastoral même si la loi d'orientation agro-sylvo-pastorale a déjà posé les jalons. Le manque de délimitations entre ces deux activités amène leurs acteurs à entrer très souvent en conflit. Le foncier halieutique est aussi en accès libre mais les pêcheurs se doivent de respecter certaines règles telles que l'interdiction de pêcher dans les zones de reproduction, d'utiliser des filets dormants ou non standardisés... Les végétaux aquatiques envahissants sont

de redoutables menaces pour l'activité de la pêche et aussi de l'agriculture du fait des importantes surfaces cultivables envahies. L'activité forestière peu développée ne subit pas beaucoup de contraintes tant que l'exploitation et la commercialisation restent locales.

Modes d'accès	Nb. cit.	Fréq.
Héritage	80	58,4%
Affectation	49	35,8%
Prêt	27	19,7%
Défrichage	19	13,9%
Location	6	4,4%
Don	3	2,2%
Achat	2	1,5%
Echange	0	0,0%
TOTAL OBS.	137	

Accès des migrants à la terre	Nb. cit.	Fréq.
Prêt	92	67,2%
Affectation	85	62,0%
Location	44	32,1%
Don	18	13,1%
Achat	5	3,6%
Ne sait pas	5	3,6%
Partenariat	4	2,9%
Non réponse	3	2,2%
Défrichage	1	0,7%
Echange	0	0,0%
TOTAL OBS.	137	

Tableau 13 Distribution des modes d'accès à la terre

Les acteurs autour du foncier sont multiples. Les premiers concernés sont les exploitants locaux ou étrangers dans l'agriculture irriguée et pluviale, l'élevage, la pêche et l'exploitation forestière. Ensuite viennent les personnalités publiques de sphères différentes telles que les chefs de village, les conseillers, le président de la communauté rurale, les notables, le sous-préfet (plus ses supérieurs hiérarchiques), le chef du CADL, la gendarmerie, le tribunal... Autant d'acteurs qui font que la gestion foncière est très délicate face à des intérêts et des logiques très souvent divergents.

Discussion et conclusion

Le sentiment d'appartenance au terroir détermine des enjeux socioculturels très expressifs menant au refus d'octroyer tout droit foncier aux étrangers, de même qu'une cohabitation entre ethnies empreinte de tension. La forte demande foncière a des impacts certains sur l'environnement dont la protection plutôt laborieuse n'en est pas moins un enjeu pour la durabilité des activités socio-économiques.

Notre analyse a aussi montré à quelques exceptions près que l'agriculture irriguée permet une amélioration notable des conditions de vie. En effet les superficies exploitées sont suffisamment grandes pour permettre d'obtenir des revenus adéquats.

L'intérêt de cette étude pour DOMINO est qu'elle a contribué à la reconnaissance, au-delà du discours officiel, de l'importance du droit traditionnel et à la persistance de modes d'accès à la terre « illégaux » c.a.d. obtenus sans avoir recours à la procédure d'affectation, en fournissant des valeurs quantitatives à la grande variété de modes d'accès et de mise en valeur des terres présents dans la zone.

3.3.1.3 Evaluation des actions communautaires sur l'environnement³⁴

L'environnement du lac de Guiers demeure un cadre géographique fortement humanisé, avec une stabilité du peuplement marqué par sa diversité ethnique (populations de *Wolofs*, *pulaar*, maures etc.) et sa dynamique récente d'organisation. Cette dernière confère à divers groupes d'acteurs (groupements féminins de producteurs, associations socioculturelles de jeunes, Groupements d'Intérêt Economiques (GIE) d'éleveurs, de pêcheurs ou d'agriculteurs etc.) des prérogatives de gestion environnementale, dans un contexte de décentralisation³⁵ attribuant aux collectivités locales une responsabilité majeure dans la gestion des ressources naturelles.

Objectifs

Dans les années 1980, la mise en service des barrages de Diama (visant à arrêter la remontée de la langue salée vers le fleuve Sénégal) et de Manantali (réservoir d'eau et régulateur de débits) a modifié le fonctionnement hydrologique du lac de Guiers. Ces grands ouvrages hydrauliques ayant été érigés pour contrecarrer les méfaits de l'assèchement du climat ont aussi impulsé de nouvelles formes de mise en valeur des terres. L'objectif principal assigné à cette étude est de déterminer la part des responsabilités imputables aux facteurs climatiques et celles relevant des actions anthropiques, dans la détérioration de l'environnement du lac de Guiers. Ici l'attention est portée sur les Organisations Communautaires de Bases (OCB) actives dans la communauté rurale de Keur Momar Sarr. Les investigations portent également sur la lutte contre la dégradation de cet écosystème lacustre.

Méthode

Notre méthode s'est articulée en trois étapes. La première étape a consisté en l'administration de questionnaires portant sur l'impact des actions communautaires sur l'environnement. Les enquêtes de terrain ont été menées à l'échelle de la communauté rurale de Keur Momar Sarr, auprès de personnes ressources comme les services techniques et les représentants de producteurs. Il s'agit essentiellement d'enquêtes qualitatives.

La seconde étape a visé au traitement et à l'analyse des données météorologiques enregistrées de 1996 à 2005 aux stations de Saint-Louis, Louga, Podor et Richard-Toll. Cela a permis de déterminer la variabilité spatio-temporelle du climat dans la zone du lac de Guiers.

La troisième étape de la démarche méthodologique s'est appuyée sur la télédétection avec le traitement numérique d'images satellitaires, utilisées en vue de la cartographie des unités naturelles de la zone du lac de Guiers. Deux logiciels ont été utilisés : ERDAS IMAGINE 8.6 et Arc View de ESRI pour la mise en forme des cartes.

³⁴ Cette étude s'inscrit dans le « volet environnement » du projet DOMINO qui a servi de cadre de préparation d'un mémoire de maîtrise de géographie intitulé : « Les modifications environnementales autour du lac de Guiers. Essai d'évaluation de l'impact des actions communautaires sur l'environnement (communauté rurale de Keur Momar Sarr) ». Ce travail d'étude et de recherches a été préparé en partenariat avec la Cellule Suivi - Evaluation de la Division du Développement et de l'Aménagement rural de la SAED, au sein de laquelle Moustapha Diop a suivi un stage de formation en traitement d'images satellitaires. Voir Diop (2007) pour plus de détails.

³⁵ L'environnement est une compétence transférée selon la loi n° 96.06 du 05 février 1996 relative à la décentralisation.

Résultats :

Une approche globale de l'environnement biophysique du lac de Guiers a mis en exergue la mutation rapide des unités paysagères due aux effets combinés de la péjoration climatique, de l'action anthropique avec l'avènement des aménagements hydro-agricoles et l'adoption de nouvelles techniques de mise en valeur. La diversification des acteurs de l'exploitation foncière s'accompagne du renouvellement des bases juridiques d'accès aux ressources naturelles.

L'identification des différentes unités naturelles de la zone du lac de Guiers (Figure 39) et l'étude de leur dynamique ont été abordées grâce aux données satellitaires avec une analyse de la scène LANDSAT du 04 Mars 2003, qui est représentative d'une situation de saison sèche.

Des OCB mènent des actions pour une meilleure protection de l'environnement. Elles sont constituées par des Groupements de Promotion Féminine, des GIE, des associations sportives et culturelles, et des associations religieuses communément appelées « dahiras ». Le Tableau 14 met en évidence la répartition des actions communautaires suivant leurs différents domaines d'intervention, à Keur Momar Sarr.

protection de l'environnement2	Nb. cit.	Fréq.
Non réponse	5	16,7%
sensibilisation et formation	19	63,3%
construction de lavoirs et d'abris de stockage	2	6,7%
assainissement	20	66,7%
reboisement	14	46,7%
mise en défens	4	13,3%
lutte contre les feux de brousses	0	0,0%
régénération naturelles assistée	0	0,0%
autres	1	3,3%
TOTAL OBS.	30	

Tableau 14 : activités menées pour la protection de l'environnement (communauté rurale de **Keur Momar Sarr**)

Nous constatons une prédominance des actions de sensibilisation, de reboisement et d'assainissement, menées avec l'appui du conseil rural. La sensibilisation et la formation en matière de protection de l'environnement est l'occasion de discussions et de mobilisation sociale organisées périodiquement par les OCB en collaboration avec les projets d'appui au développement pour échanger sur les thèmes divers : l'utilisation abusive des produits chimiques, la dispersion dans la nature des emballages plastiques, défense et conservation des eaux et des sols, les techniques de conservation des terres, les techniques de maraîchage, la santé, etc. La formation de personnes appelées « *relais communautaires* » c'est-à-dire devant transmettre les acquis aux populations, concerne aussi les techniques d'information, éducation et communication pour la protection de l'environnement. La sensibilisation est faite aussi par le canal de fresques murales, de panneaux et d'émissions de la radio rurale de Keur Momar Sarr.

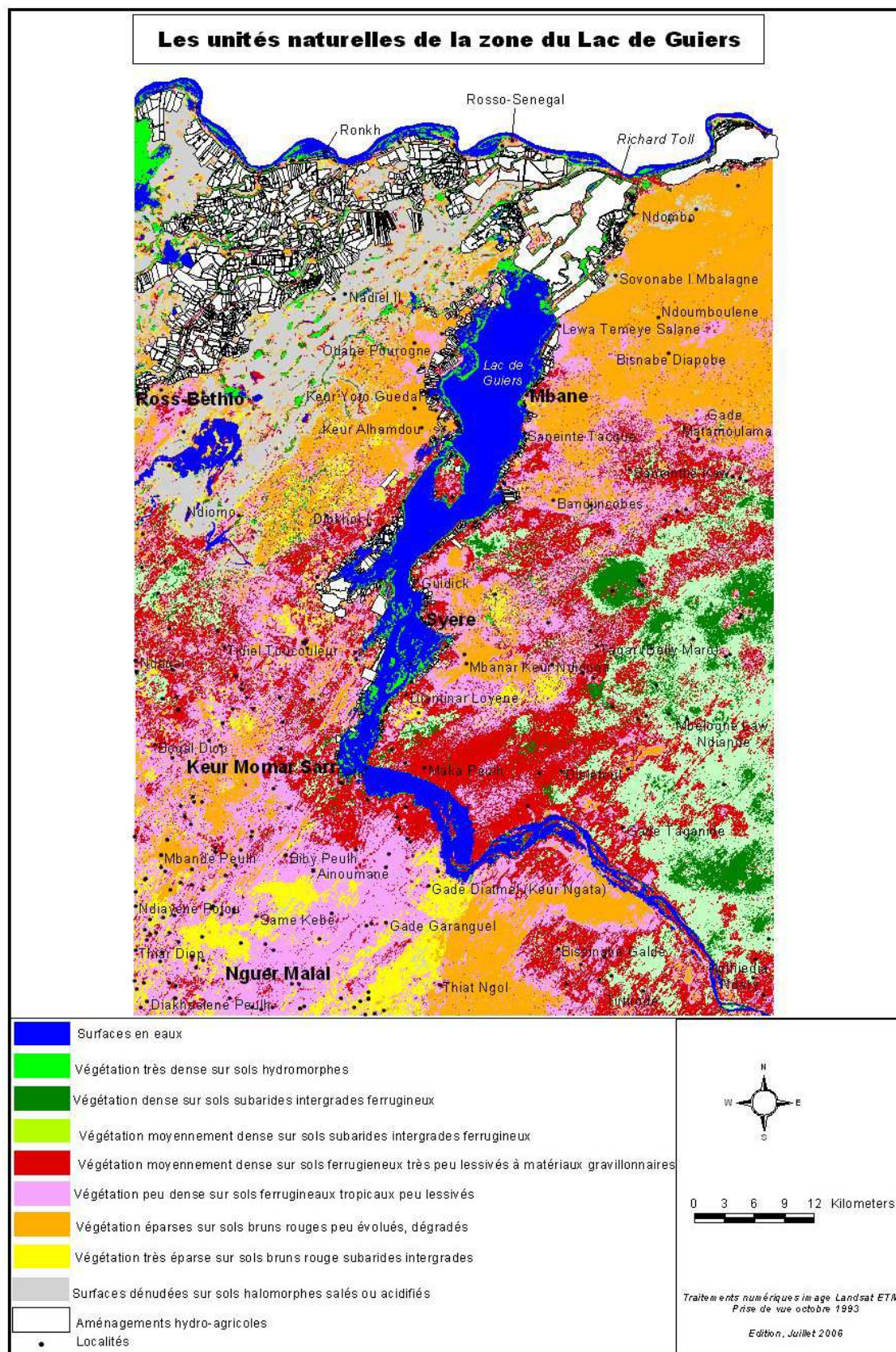


Figure 39: carte des unités naturelles de la zone du lac de Guiers, élaborée à partir d'une image landsat de mars 2003.

Le rôle que joue la couverture végétale dans la fixation et la fertilisation des sols, l'effet « slash »³⁶ et la réduction des variations thermiques justifient l'importance du reboisement dans la lutte contre la dégradation du couvert végétal. Le reboisement est mené avec l'appui de la Brigade des Eaux et Forêts, de certains partenaires au développement tels que l'Association Sénégalaise de Recherche, d'Etudes et d'Appui au Développement (ASREAD) et le « projet biodiversité ».

La transformation des déchets en compost participe à l'assainissement des villages de la communauté rurale de Keur Momar Sarr, confrontés au problème de gestion et de recyclage des ordures. Le compostage est pratiqué surtout dans le village de Keur Momar Sarr grâce aux initiatives du GIE « *Takku Liggey* ».

Les impacts écologiques et socio-économiques des stratégies de protection de l'environnement constituent les principaux résultats acquis par les groupements communautaires. Les analyses ont porté d'abord sur les impacts liés aux sols, à la végétation et à l'eau. Les ouvrages de défense et de restauration des sols ont permis de récupérer des quantités de sols importantes, notamment dans les secteurs de Ndimb Ngayéne, Ndimb Niobéne, Gora Diop entre autres localités. On y observe une importante accumulation de sable, tout au long des haies vives en Euphorbe, sur les façades sujettes aux vents. Ces dépôts de sable mobilisé par déflation éolienne donnent une idée de l'impact des brise-vents sur la protection des sols contre l'érosion éolienne. Ces aménagements ont permis non seulement de ralentir le phénomène d'érosion, mais aussi de réhabiliter des terres.

Les aménagements antiérosifs ont entraîné le développement d'un tapis herbacé plus dense et continu en hivernage, au niveau des parties dépourvues d'herbes avant la réalisation de ces ouvrages.

Pour ce qui concerne le reboisement, les bois villageois ou individuels ont permis de satisfaire en partie, les besoins en ressources énergétiques et de construction d'habitat et par conséquent de réduire les agressions contre les ressources forestières. On note aussi une multiplication des plantations d'*Euphorbia Balsamifera* qui servent de clôtures aux champs à la place de certaines essences locales comme les Acacia et les Balanites.

Les parcelles de mise en défens observées au niveau des terroirs de Ndimb et Tellere ont également engendré le développement d'une végétation arborée plus dense. Concernant la protection des eaux, l'ouverture de points d'eau au niveau de certains villages situés aux alentours du lac permet d'obtenir une eau limpide mais aussi de réduire les intoxications et noyades qui étaient fréquentes avant l'intervention du projet.

Cependant, quelques limites sont à évoquer. La salinisation des sols est un problème majeur, alors que les populations n'ont jusqu'à présent aucun moyen efficace de lutte contre ce phénomène. Concernant le couvert végétal, depuis la fin de l'intervention du « projet biodiversité », on constate un manque de surveillance stricte et une reprise des prélèvements.

Sur le plan socio-économique on note un rapprochement des divers groupements qui entretiennent des relations très positives : échange d'idées dans le but de mettre au point des stratégies de développement local, prise de conscience accrue des populations de la communauté rurale de Keur Momar Sarr de l'importance des ressources naturelles pour le

³⁶ L'effet « slash » consiste en l'amélioration du sol par les résidus des activités de défrichement (branches, feuilles).

bien être, développement des capacités communautaires de reproduction des techniques de défense, de restauration des sols et de conservation des eaux.

Il y a une forte implication des femmes en matière de protection de l'environnement et de gestion des ressources naturelles. Elles sont privilégiées par l'approche genre développée par certains partenaires au développement comme l'ASREAD, en plus du fait qu'elles sont moins portées à s'exiler en ville. Il faut aussi saluer le renforcement des capacités, de l'autonomie et de la sécurité féminine à travers la vulgarisation d'outils d'économie du bois de chauffe comme les fourneaux à gaz et les fourneaux appelés « *Bann ak souf* » (*en argile et sable*). La plantation massive d'espèces végétales fruitières (citronniers, manguiers etc.) a engendré des récoltes fruitières en quantités commercialisables, d'où l'augmentation des revenus des Groupements de Promotion Féminine (GPF).

*Conclusion*³⁷.

Il nous sera très difficile de faire une analyse précise des aménagements et méthodes de lutte pour la protection de l'environnement du fait d'un manque de suivi et de l'inexistence de mesures régulières de l'état de l'environnement. Cependant, les observations faites sur le terrain et les enquêtes menées auprès des populations locales, nous ont donné l'occasion de constater quelques résultats positifs de cette lutte pour la protection de l'environnement, notamment sur le plan écologique (qualité des eaux du lac, préservation des sols et restauration de la végétation) mais aussi sur le plan socioéconomique. Il reste cependant beaucoup à faire en matière d'environnement, et cet enjeu est en voie de devenir une priorité absolue pour les communautés rurales qui bordent le lac. Le manque de moyens dont les conseils ruraux disposent pour gérer cette compétence « à problèmes » nous interpelle. DOMINO devra donc intégrer la question environnementale aux outils de gouvernance des élus locaux, et cette étude a permis d'en identifier les principaux paramètres.

3.3.1.4 Analyse politique de la problématique foncière autour du lac de Guiers³⁸

L'objectif de cette étude est de réaliser un diagnostic rapide des enjeux politiques qui affectent cette région pour en avoir une image complète et synthétique. Ceci concerne tous les niveaux d'organisation qui ont une influence sur le développement de la région (~25km du lac). Pour traiter de cette problématique, certains concepts clé fonctionnent comme autant d'entrées à croiser: tensions, eau, foncier, acteurs, négociation, décision, échelles (au sens de niveaux d'organisation et de décision). Cela nous a donc amené à formuler trois questions de recherche :

³⁷ En 2007, les recherches de Moustapha Diop se sont poursuivies autour du lac, dans le cadre de la préparation d'un Diplôme d'Etudes Approfondies (DEA) de géographie ayant porté sur «Suivi environnemental de la zone du lac de Guiers par télédétection». Cette seconde étude est une analyse diachronique (période 1987-2003) à l'aide d'images Landsat prises à des dates différentes, des changements de l'environnement biophysique du lac de Guiers. Les analyses ont porté sur l'identification des types de changement, leur localisation précise dans l'espace, leur extension et l'explication des phénomènes qui les sous-tendent. Enfin, le projet de recherche pluridisciplinaire AMMA, consacré à l'étude de la mousson africaine devrait constituer un nouveau cadre pour l'élaboration d'une thèse de doctorat dans la continuité de DOMINO.

³⁸ Ce travail a été réalisé lors d'une mission de Pierre Valarié, chercheur au CNRS, et d'une consultance de Sidy Mohammed Seck, en collaboration avec Grégoire Leclerc et Ibrahima Diop Gaye, en octobre 2005 (voir Seck, 2005).

- Quels sont les points de tension entre acteurs de différents niveaux d'organisation pour la gestion de l'eau et du foncier ? (tensions verticales : de niveau supérieur à niveau inférieur ; tensions horizontales : entre entités de même niveau)
- Où sont les espaces de négociation aux niveaux local et supérieur (national) ?
- Où sont les espaces de décision ?

Le diagnostic devait alors faire le point sur les éléments suivants:

- la géopolitique ("vocation" du territoire, mise en valeur des terres, droit à la terre, etc.)
- la décentralisation et la déconcentration: effectivité et cohérence des instruments (conventions locales, PRDI, PLD, POAS, etc.), relations entre acteurs (chef village, PCR, services techniques, porteurs de projets), corruption
- les grandes conventions environnementales
- les interrelations et les conflits (foncier, environnement, agriculture, élevage, eau)
- les acteurs extérieurs (diaspora, grandes villes, etc..)

Méthode

La méthode de travail a consisté en une série d'entretiens avec des personnes ressource, à Dakar et Saint Louis comme sur le terrain du lac de Guiers, et d'un mini atelier pour aborder le lien entre échelles, cadres normatifs et problèmes lié aux usages et aux usagers. Une séance d'écriture d'une journée a permis de consolider les acquis.

Résultats et discussion.

Les différentes définitions du problème foncier sont travaillées par un ensemble de couples de tensions entre pôles de référence. Un premier repérage des perspectives à partir desquels ces définitions sont produites peut être ainsi schématisé comme suit :

- Entre gestion technologique (c.a.d. les systèmes techniques, soit les planificateurs, les ministère agriculture et de l'hydrauliques, la SAED, la CSS, les CADL) et dynamiques sociales (communautés rurales, organisations professionnelles, CSS, etc..)
- Entre gestion foncière (Conseil Rural, CSS, Sous-Préfecture pour le contrôle de la légalité) et gestion de la ressource hydrique (Organisation pour la Mise en Valeur du fleuve Sénégal -OMVS, DGRPE)
- Entre logique planificatrice (technocratique : Sous-Préfecture, SAED, DGPPE) et logique de négociation-participation (Organisations de Producteurs –OP- niveau fédératif, CNCR, SAED...)
- Entre droits d'usage (Conseil Rural, CNCR, OP, Chefs de village, les marabouts, notables villageois et religieux) et logiques de régulation par le marché (les bailleurs de fonds, l'Agence Française de Développement (AFD), le système bancaire, la SAED)
- Entre transmission lignagères (Conseil Rural par la régularisation) et logiques d'échanges marchands (Partisans de la sécurisation foncière)
- Entre logiques juridiques (Conseil Rural, CNCR, Planificateurs, SAED, CSS, agents économiques, OP...) et logiques coutumières (Conseil Rural, notables villageois et religieux)
- Entre logiques patrimoniales (environnement versus conservation – protection : Les agents des eaux et forêts, les ONG, les bailleurs de fond, la DGPPE) et logiques d'exploitation des ressources (les OP, les producteurs agricoles, l'agrobusiness -CSS, Grands Domaines du Sénégal-, le gouvernement, les autorités administratives)

A chacune de ces tensions répond un schéma institutionnel.

Le système de décentralisation.

Le système de décentralisation se présente comme le fruit d'un compromis entre référentiel de maintien de la tradition et référentiel de modernisation. Ce dernier se caractérise par la production de normes (Administratives, planificatrices, ...) et par le contrôle de légalité. Ce dernier point ouvre une quantité d'espaces de négociation entre représentants de l'Etat local et élus locaux ; vu le vide juridique, notamment dans les critères de mise en application (Décrets, arrêtés,...) des différentes productions législatives (Loi sur le Domaine national, Loi d'Orientation Agro Sylvo Pastorale, Code de l'eau...). C'est à travers l'étude des pratiques de régulations croisées entre notables villageois et communautaires, d'une part, et autorités administratives, d'autre part, que peuvent s'appréhender les modes de constitution d'une nouvelle notabilité politique et professionnelle locale, ses modes de structuration et d'organisation, ses capacités à capter l'ensemble des ressources politiques, techniques, financières et leurs stratégies de reproduction. L'asymétrie technique entre représentants de l'Etat et élus se traduit par le maintien d'une domination politique de l'administration étatique sur les notables locaux. Cependant cette domination reste relative vu :

- le faible degré d'intégration des préfets et sous préfets dans les dynamiques des sociétés locales auxquelles ils n'ont accès que par les notables
- une organisation de plus en plus structurée et diversifiée des intérêts notabiliaires (politiques et professionnels) au sein d'OP (Comités Tomate, Riz, Patate douce,...) et de cadre de concertation (Association Régionale des Conseillers Ruraux -ARCR- et du CNCR) qui leur ménage un accès direct à l'échelon central sans la médiation des représentants administratifs locaux.
- la stratégie des bailleurs de fond qui privilégient les OP et les collectivités locales comme interlocuteurs valables au détriment de l'Etat local dans un double objectif : contourner des administrations centrales inefficaces et budgétivores et se créer des modes d'accès adaptés aux réalités locales dans la conception, la négociation et la mise en œuvre de leurs programmes. Dans ce schéma l'échelon central apparaît comme un simple intermédiaire.
- la faiblesse des moyens financiers et techniques octroyés aux élus par l'Etat dans le cadre de la décentralisation mise en rapport avec le spectre des missions transférées. La logique d'agence de moyens à laquelle répond la mise en place de l'ARD apparaît, expérience faite inadaptée pour faire face aux besoins techniques des collectivités locales. La faible intégration de ces dispositifs dans les programmes de développement des autres organismes (SAED, bailleurs de fonds, OP,...) effectifs sur la zone du Lac de Guiers illustre parfaitement ces faiblesses tant techniques que financières et permet de mesurer leur manque de poids institutionnel et politique.

Le problème des frontières.

La question des frontières, tant géographiques, géopolitiques, qu'institutionnelles est récurrente en matière de foncier. La question de la coïncidence entre autorité (sous toutes ses formes) et espace est au centre de la plupart des conflits, sans que souvent ne s'ouvrent des espaces de régulation négociée, et ce du haut en bas de l'échelle sociopolitique. Pour mémoire :

- la question du bornage des parcelles et des périmètres villageois
- la question des limites des communautés rurales
- qui impliquent celle de la limite des Régions

- qui impliquent la question des frontières de compétence entre organisations et institutions
- qui resurgit sur celles entre terre et eau (par ex : cultures de décrues, ou encore politiques sectorielles) et des passages de servitudes et domaine maritime
- entre zones irrigables et zones non irrigables
- entre zones cultivées et zones d'élevage
- entre zones classées et zones communes
- entre zones à usage collectif et zones privées

Plus globalement la géographie politico-administrative traditionnelle ou classique héritée de l'Etat Nation se révèle de moins en moins pertinente pour changer de mode de management : par projet ou/et par problème. La gouvernance multi niveau passe essentiellement par des médiateurs au premier rang desquels se trouvent les OP et les consultants, et ce en forte autonomie avec les acteurs politico administratifs.

En ce sens cette question des frontières est simultanément corrélée avec celle des acteurs « hybrides »³⁹ caractérisés par la multi appartenance tant institutionnelle que spatiale. Nombre d'acteurs se sont structurés autour des territoires de production ou les territoires de marché de proximité, en forte autonomie du seul critère de résidence. Cela concerne des organisations ou des entreprises (Centre Interprofessionnel pour la Formation aux Métiers de l'Agriculture, CSS, GDS, SAED, bailleurs de fond, etc.), mais également des acteurs comme les notables professionnels ou les consultants.

Evolution des espaces de négociation et de décision

Les espaces formels de la décision sont désignés comme tels par les textes législatifs, administratifs et dispositions réglementaires diverses. Pour le foncier on trouve le Conseil Rural, le Conseil Régional (sur la mise en cohérence et les zones amodiées), et la Sous-préfecture (sur les sites classés). Sur l'eau, on trouve l'OMVS, la DGPPE, la CSS et la Société nationale des Eaux du Sénégal (SONES - Société de patrimoine responsable de l'adduction en eau potable de Dakar). En ce sens, ils ne disent rien des espaces processuels de la décision qui prennent eux en compte le séquençage de la décision (définition de l'objet, mise sur agenda, décision, mise en œuvre) et les stratégies d'acteurs qui tentent de l'influencer.

Dans ce cadre général, les espaces de négociation ou de décision négociée ont tendance à s'élargir et se diversifier. Dans le domaine du foncier on peut repérer divers échelons :

- A l'échelon de la communauté rurale : les négociations entre demandeurs (familles, individus, groupes externes) et Conseil Rural fréquemment médiatisées par le chef de village notamment dans les procédures de régularisation renvoyant aux droits coutumiers.
- En interne au territoire communautaire entre Conseil Rural et chefs de village dans l'octroi des périmètres villageois.
- Au niveau intermédiaire entre Conseil Rural et arrondissement la commission domaniale à laquelle participe le CADL régule et vérifie (au moins officiellement) la

³⁹ Nous définirons la notion d'*acteur hybride* celui qui cultive la multi appartenance institutionnelle ou qui sert de passerelle entre différentes perspectives de définition du foncier. Citons par exemple le CIFA, la CSS et les consultants.

faisabilité technique des décisions envisagées. Elle sert de sas dans les négociations entre sous préfet et élus communautaires dans un objectif de légitimation réciproque⁴⁰.

- Au niveau régional, il existe un double circuit de négociation :
 - entre Gouverneur et Conseil Régional (intensité faible et sur un mode personnalisé, donc aléatoire) notamment dans le domaine de fourniture de moyens de l'Etat au Conseil Rural. Il faudrait mesurer ici les enjeux plus occultes pour ces deux entités qui poussent à la négociation sur le mode de la légitimation croisée (ou de la délégitimation, ce qui revient au même).
 - entre l'ARCR et Conseil Régional, d'une part, autour de la définition des problèmes des OP et des Communautés villageoises sur les modalités de coordination des actions propres de l'échelon régional. La faiblesse des moyens financiers de la Région reste un des problèmes récurrents dans cette arène de négociation. Entre ARCR et Gouverneur autour de la mise en œuvre des politiques étatiques sur le terrain. Il faudrait en mesurer la nature, l'efficacité et surtout les enjeux. Cela pourrait constituer un des focus d'une mission de terrain ultérieure.
- Au niveau national, la logique globale est au cloisonnement et au repli sur les zones de compétences et d'intervention. Nous sommes ici typiquement dans un système de coopération / rivalité. Dans le domaine de l'accès aux ressources financières et humaines entre Ministères, Directions, Services la rivalité et la concurrence sont très largement dominantes au point d'en faire un domaine d'activité important de chacune de ces entités. La superposition des attributions entre Ministères, leur faible capacité à appréhender à travers leurs normes de compréhension et d'action les problèmes complexes auxquels ils sont censés répondre favorisent les stratégies d'opacité et de cloisonnement. Il en résulte une fragmentation très importante des programmes et des dispositifs d'action. Cela se concrétise également par le maintien crispé d'un management sectoriel de l'action publique et la multiplication des conflits sur les frontières interinstitutionnelles. C'est dans ce cadre que s'inscrivent, d'une manière générale, les coopérations entre acteurs et organisations sur le mode d'alliances contextuelles et circonstanciées. Elles sont le plus souvent temporaires, à faible visibilité et d'une efficacité organisationnelle faible. Elles reposent sur des logiques fortement personnalisées. On peut repérer quelques arènes ou forums de négociations contemporains :
 - Bailleurs de fonds et l' Association Nationale des Conseillers Ruraux (ANCR) sur la conception de programme de développement à initiative Banque Mondiale (par exemple le PDMAS)
 - ANCR / gouvernement notamment dans la mise en place de la Commission foncier qui aujourd'hui se solde par l'exclusion de l'ANCR et de l'Association des Présidents des Conseils Ruraux (APCR) au risque d'un clash politique.
 - ANCR / APCR sur la stratégie à adopter entre logique professionnelles et logiques notabilliaires
 - Les arènes de négociation interministérielle (même si l'on peut douter de leur longévité).

⁴⁰ La régulation croisée entre notables et Préfet est une boîte noire que nous n'avons pas réellement explorée.

Conclusion.

L'étude a bien fait ressortir la complexité des enjeux, et les couples de tension à l'œuvre, l'importance des acteurs hybrides (multi-casquettes) et des arènes ad-hoc. Il faudrait cependant veiller à mesurer plus précisément la constitution et l'efficacité des arènes de négociations entre le gouvernement et les bailleurs de fonds, et notamment dans le registre politique agricole les impacts sur les politiques foncières. Un rapport exhaustif (Seck, 2005) a fait l'état de l'art sur la question foncière et les tendances lourdes dans la zone, avec un éclairage géopolitique qui a servi de référence de base au projet DOMINO, tant pour les études thématiques que pour la modélisation.

3.3.1.5 Typologie et caractérisation des exploitations⁴¹

Objectifs

L'objectif de cette étude est de faire le point sur les systèmes locaux de production (agriculture, élevage et pêche) dans la région du lac de Guiers, tout en obtenant des données quantitatives actualisées permettant la calibration de modèles.

Méthodologie

Nous avons testé un premier questionnaire auprès de quelques producteurs de la zone, ce qui nous a permis de le corriger, notamment de manière à tenir compte des principales zones de production.

Elaboration du plan d'échantillonnage

La base de sondage de l'étude (Centre de Suivi Ecologique pour les villages et Direction de l'Analyse, de la Prévision et des Statistiques pour les ménages) est constituée par l'ensemble des ménages de la région du Lac de Guiers (Communautés rurales respectives de Keur Momar sarr, de Syer, de Mbane et de Ross Béthio). Le plan d'échantillonnage est stratifié en deux niveaux et est aléatoire dans chaque strate (échantillonnage probabiliste représentatif). Ce choix permet de faire des inférences statistiques dans la population (ensemble des unités statistiques). Compte tenu de l'étendue de la région du Lac, les enquêtes ont été administrées sur 40 villages à raison de cinq ménages par village choisis selon un échantillonnage aléatoire à probabilité inégale selon leur taille. Pour cela nous avons utilisé une base de données du pré recensement agricole de 2000 donnant la liste des ménages appartenant à chaque village. Le nombre de villages a été déterminé selon la méthode d'échantillonnage par quotas La proximité d'un village avec le lac constitue le critère de différenciation entre les terres de la région du lac (les zones potentiellement irrigables⁴² et non irrigables). La représentativité de l'échantillon a été déterminée grâce à la méthode statistique de Fisher. Sur la base des 40 villages retenus⁴³, le degré de précision est égal à 7 %.

⁴¹ Voir Fall et Leclerc (2007a,2007b) pour plus de détails.

⁴² Avec ArcGis, en se basant sur un proxy du coût de la construction d'un canal d'amenée du lac aux terres irriguées.

⁴³ L'échantillon concerne la zone d'étude représentée par le rectangle vert dans la Figure 33.

Collecte et traitement des données

Le questionnaire élaboré a été administré avec la collaboration de deux enquêteurs sur une base de 199 ménages. Parallèlement, des entretiens semi-structurés ont été effectués avec quelques chefs d'exploitation moderne autour du lac, notamment pour connaître les prix de vente des produits agricoles. Le questionnaire comporte les parties suivantes : i Localisation ; ii. Paramètres démographiques de l'exploitation ; iii. Paramètres fonciers ; iv. Paramètres techniques des productions végétales ; v. Paramètres techniques sur les productions animales ; vi. Paramètres liés à l'agro-industrie ; vii. Paramètres liés à la pêche ; viii. Paramètres financiers et économiques

Parallèlement à la saisie, vu la complexité du questionnaire, un travail de contrôle et de concordance sur les données a été effectué par des triangulations sur les réponses, en se basant notamment sur les normes agronomiques de production. De la même façon, les coûts de productions animales ont été calculés en tenant compte des données du cheptel transformées en U.B.T. (Unité de Bétail Tropical, un UBT équivaut à un bovin de 250 kg). Dans le contexte de la zone d'étude, chaque bovin, ovin et caprin correspond respectivement à 0,7, à 0,23 et à 0,15 UBT.

Nous avons analysé les systèmes de production selon trois grandes classes (CILSS, 2000):

- Les systèmes de production agricole, sur la base des cultures prévalantes, constitués de trois systèmes : système de production vivrier, systèmes de production de rente et systèmes de production mixte.
- Les systèmes de production pastorale, suivant le type de gestion, composés de deux systèmes : système d'élevage sédentaire et système transhumant
- Le système de production halieutique : seule la pêche artisanale est effectuée dans la zone.

Types de systèmes	Code	Descriptif	Indicateur de classification
Système de production agricole	1	Pas d'activités agricoles	Superficie cultivée nulle
	2	Vivrier	Superficies des Cultures vivrières > 70%
	3	Rente	Superficies des Cultures de rente >=30%
Système de production pastoral	5	aucun	Pas de cheptel
	6	Elevage sédentaire	Pas de déplacements
	7	Transhumant	Existence de déplacements saisonniers
	8	Nomadisme	Déplacements lointains avec la famille
Système de production halieutique	9	Pêcheur (oui)	Pratique de la pêche artisanale
	10	Non pêcheur	Non pratiquant

Tableau 15 : codification employé pour établir la typologie des systèmes d'exploitation

Résultats

Les enquêtes ont permis de définir les principaux systèmes de production donc cinq dominant (Tableau 16). Les systèmes « purs » agriculture ou élevage ne concernent que 9% et 10% des exploitations, respectivement, alors que les mixtes (« agro-pasteurs ») dominent (81%)⁴⁴. Les

⁴⁴ Ces résultats correspondent à la zone délimitée par le rectangle vert de la Figure 33. L'extension à la zone délimitée par le rectangle rouge apparaissant sur cette même figure implique une augmentation des exploitations à prédominance élevage que nous n'avons pas encore estimée.

systèmes agro-pastoraux à prédominance agricole forment 52% des exploitations, pour 26% pour les systèmes à prédominance élevage. Les principaux systèmes de production se retrouvent chacun sur une zone donnée du territoire assez bien délimitée.

Système de production	Proportion (%)	Zone
Agriculture (rente)+Elevage (sédentaire)	27	Bordure du lac
Agriculture (vivrière)+ Elevage (sédentaire)	19	Ouest, Sud
Elevage (transhumant)+Agriculture (vivrière)	16	Est
Elevage (transhumant)	10	Extrême Est/couloir Syer
Elevage (transhumant)+ Agriculture (rente)	10	Nord-Est
Agriculture (rente)	6	Bordure du lac
Agriculture (rente)+ Elevage (sédentaire)+ Pêche	6	Bordure Est du lac
Agriculture (vivrière)	3	Zone de Diagle
Autre	6	-

Tableau 16 : typologie des systèmes de production de la zone lac de Guiers Tatki. Les proportions tiennent compte du biais de l'échantillon (nombre de ménages enquêtés vs nombre de ménages du village).

Pour une meilleure estimation des revenus annuels, nous avons obtenu auprès des chefs de CADL, des producteurs, et au marché de Keur Momar Sarr, les prix de vente dans la zone suivant la nature de la saison et suivant le type de saison. On constate que les prix sont plus élevés lorsque la production de la région est moindre.

	Cultures hivernales		Cultures de contre saison	
	Bonne année	Mauvaise année	Bonne année	Mauvaise année
Arachide	100	350	120	500
Mil	125	200		
Niébé	150	250		
Sorgho	125	200		
Pastèque (par charge)	20000	40000	45000	60000
Béref	80	125		
Manioc	100	200	175	225
Bissap	50	100		
Tomate			80	125
Patate douce			100	175
Oignon			50	250
Gombo	200	300	300	450
Riz	70	100	90	115
Jaxatu			100	150
Batanse			90	125
Chou			50	90

Tableau 17 : moyenne des prix de vente des produits agricole (FCFA)

Chaque type d'exploitation a fait l'objet d'une fiche synthétisant les principaux paramètres caractérisant le système. La

Figure 40 présente l'exemple du système de production « Agriculture (rente)+Elevage (sédentaire) ».

Conclusion

L'étude a montré l'importance des systèmes mixtes de production dans la zone, ce qui nous amène à penser au-delà de la classique dualité « agriculteurs » et « éleveurs ». On constate aussi une grande disparité des surfaces, des moyens, et des revenus. Les exploitants utilisent des motopompes de plus en plus puissantes pour amener l'eau assez loin dans le *diéri* et permettre les cultures maraîchères rentables sur des terres moins valorisées, affectées plus facilement ou louées pour la saison, pour des sommes dérisoires. Les données obtenues permettent d'initialiser un modèle de manière fidèle: distribution des exploitations, des surfaces exploitées, des intrants, de la main d'œuvre, des rendements, des prix, etc. Elles ont aussi permis de calibrer le modèle bioéconomique. Ces données sont intégrées à la base de données SIG.

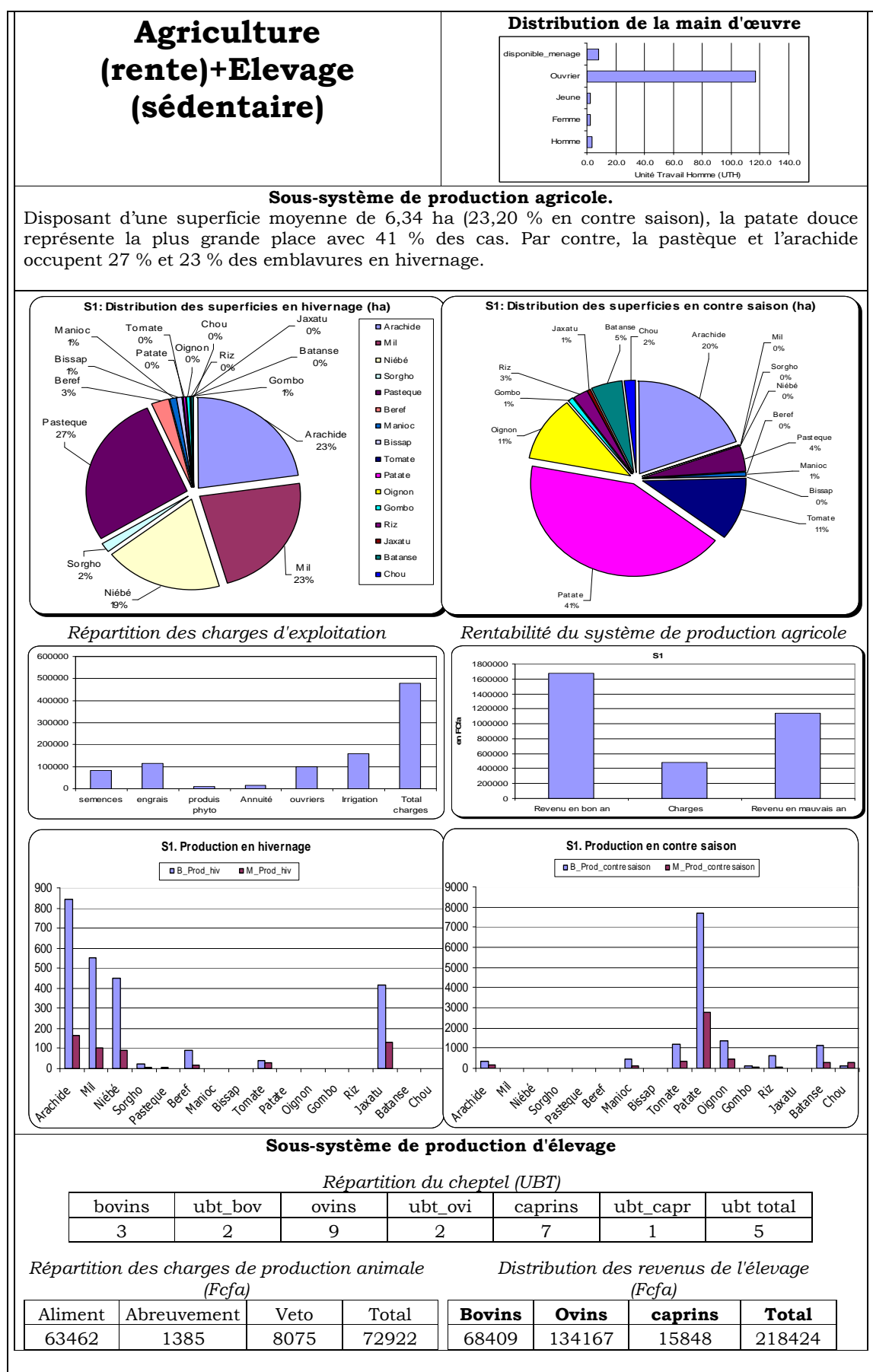


Figure 40 Fiche pour le système de production « Agriculture (rente)+Elevage (sédentaire) ».

3.3.1.6 La sécurisation foncière dans la zone du lac de Guiers⁴⁵

Objectif

Le projet DOMINO est mis en œuvre à travers un processus de modélisation d'accompagnement dans lequel le foncier agricole est apparu comme un révélateur de plusieurs tensions et enjeux. Tensions entre les communautés rurales et l'Etat qui, malgré la décentralisation, est resté propriétaire de la terre d'une part, et entre les communautés rurales et les communautés qui les habitent d'autre part. Le foncier agricole qui renvoie à la manière dont sont organisées les différentes utilisations des terres agricoles et leur mise en relation avec les autres utilisations est sans doute une préoccupation centrale pour plusieurs acteurs dont l'Etat en particulier. Celui-ci est à la tête de politiques d'aménagement encadrées par un dispositif juridico légal qui ignore souvent les dynamiques locales d'exploitation des ressources. Un état de fait qui n'est pas compatible avec la sécurisation foncière, si tant est que sécurisation renvoie d'abord à la capacité de reproduction du système social et que le foncier reste plus juridique que social. Dans cet enchevêtrement entre deux concepts que l'on associe, est-il possible de faire l'économie d'une approche historique éventuellement construite sur le développement d'une approche ethnolinguistique des usagers de l'espace et mieux dégager des représentations sous-jacentes ? C'est pourquoi, il est important, dans le cadre du contexte sénégalais, de caractériser les systèmes d'exploitation en présence dans la zone d'étude, de procéder à la présentation des enjeux et tensions majeurs révélés par l'accès au foncier de la part des usagers, avant de terminer par les initiatives de l'Etat qui cherche à renforcer sa position à travers les grands changements en perspective dans la zone. Le problème revient à s'interroger sur les différents modes opérationnels de régulation

Méthode

Ce travail s'appuie sur une revue de littérature, sur les travaux de Ndiaye (2005, 2006) et Seck (2005) et sur des entretiens avec les chefs de village et les conseils ruraux.

Résultats

Les systèmes d'exploitation en place : une cohabitation conflictuelle

Les systèmes de culture sont les suivants :

- Les cultures irriguées tournent autour de la patate douce, la pastèque et l'arachide de contre saison, et sont essentiellement destinées à la commercialisation.
- Les cultures sèches constituées de l'arachide, du mil et du maïs dépendent essentiellement des pluies. Elles entrent pour l'essentiel dans la consommation alimentaire des ménages. Les sous produits issus des dites cultures sont généralement utilisés dans l'alimentation du bétail et servent très peu dans le phosphatage de fond.
- Le maraîchage quant à lui, reste localisé autour du lac et est moins exigeant en espace contrairement aux autres activités. Donnant lieu à deux ou trois campagnes par an, le maraîchage voit ses productions commercialisées dans les grands marchés urbains de Louga, Saint-Louis et Dakar. L'accès à l'eau demeure la contrainte principale au développement du maraîchage. D'une manière générale, le manque de financement caractérise l'ensemble des activités de la zone et rend difficile le renouvellement du

⁴⁵ Voir Diop Gaye et al (2008) pour une analyse en termes de gouvernance environnementale dans la région du lac de Guiers.

matériel agricole ainsi que l'accès aux intrants, l'accès à l'eau potable et d'irrigation pour les populations et les producteurs. La compétition entre agriculture extensive et élevage extensif exacerbe les enjeux fonciers et l'arrivée des exploitants étrangers accroît l'incertitude quant à l'avenir de l'exploitation. Le début du désengagement de la SAED, est à l'origine de la naissance de petites entreprises et les entreprises familiales qui s'équipent en matériel d'irrigation comme les motopompes et tracteurs. La multiplication des sources d'approvisionnement en engrais (SENCHEM, SPIA, fournisseurs locaux) facilite l'utilisation de cet intrant qui n'est cependant pas sans conséquence sur la dégradation de la qualité de l'eau et des terres.

L'élevage est une activité de la zone en nette évolution et se développe pour l'essentiel plus particulièrement dans le *diéri* (ou zone exondée) où le tapis herbacé est relativement bien fourni sur une vaste étendue de terre abandonnée en jachère par les paysans. L'alimentation du bétail est tirée de trois types de pâturages notamment le pâturage naturel, la jachère, et les produits post-récolte (paille de riz). L'élevage y est de type extensif et ne se développe pas sans une conflictualité avec l'agriculture, généralement sur fond de non respect des parcours de bétail dont la délimitation reste souvent floue.

La pêche dont l'origine remonte à très loin dans la zone, occupe environ 585 pêcheurs recensés en 2003 par l'agent communautaire des pêches. Ceux-ci sont concentrés sur la rive Est, et parmi eux, 315 vivent exclusivement de cette activité. Les pêcheurs sont répartis dans 17 villages et 10 campements de pêche. Sur le plan organisationnel, ceux-ci ont mis en place une dizaine de GIE qui regroupent quelques 126 transformateurs, 5 mareyeurs et 6 micro-mareyeurs avec comme logistique de base 168 pirogues et 548 engins. Cette activité semble très peu réglementée, en dehors bien sûr de l'arrêté du 20 décembre 1976 portant interdiction de l'emploi de filets traînants dans le lac de Guiers, auquel s'ajoute l'interdiction de déposer des filets devant les vannes de remplissage. Plusieurs obstacles jalonnent le développement de ce secteur notamment la baisse de prise, et les difficultés d'accès au financement. La baisse des captures est en partie liée au développement du typha qui sert d'abris aux poissons tout en demeurant un obstacle physique pour les pêcheurs. La prolifération de cette plante sur les berges rend inaccessible les frayères pour les poissons, d'où la reproduction à des endroits peu appropriés. C'est pourquoi la pisciculture apparaît comme la seule alternative pour inverser cette tendance, et les pêcheurs qui sont déjà formés à cette technique, souhaitent disposer de parcelles appropriées à cet effet. Le désir de disposer de parcelles non loin du lac (malgré la pression foncière à ces endroits) pour pratiquer la pisciculture ajoute aux enjeux fonciers ; et l'intérêt pour la communauté d'accéder à cette source de protéines animales la plus proche, renforce la légitimité d'une telle demande. Sur le plan accès au financement, les opportunités sont nombreuses avec la signature d'un protocole d'accord (depuis 2000) entre le Ministère de la Pêche et la Caisse nationale de crédits agricoles portant sur un montant de un Milliard de francs, auquel sont éligibles les groupements. A ce fonds s'ajoute la mise en place dans la zone de mutuelles d'épargne et de crédits accessibles à l'ensemble des producteurs.

Enfin la CSS, acteur important dans la région, œuvre aussi dans l'encadrement de l'agriculture et quelque peu dans le développement local car elle doit composer avec les populations voisines. La CSS bien que disposant de 3 500 hectares encore non exploités (toujours entre les mains du conseil rural, abritant des villages et des parcours), cherche à s'étendre sur de nouvelles terres. Cette compagnie privée a des ambitions d'élever à un million de tonnes sa production de cannes, ce qui lui impose d'acquérir de nouvelles terres au détriment des communautés rurales, à défaut d'améliorer ses rendements agricoles.

Les enjeux et tensions

Le contexte de la réalisation de la démarche de modélisation est caractérisé sur le plan foncier par la coexistence de plusieurs modes d'accès à la terre notamment le droit moderne, le don, le prêt, l'héritage, la location voire même l'achat. Le recours à ces différents modes est une preuve manifeste de la survivance des systèmes traditionnels que la théorie avait très vite condamnées à la disparition pour laisser la place à des systèmes modernes. Nous assistons depuis le début des années 1960 au Sénégal à une profusion de codes et de lois qui ont suscité de l'espoir en un moment donné sans être plus porteurs de sécurisation que les systèmes traditionnels. D'où le recours à ces deux formes d'organisation de l'accès au foncier qui ont contribué à la définition de deux champs dans les rapports de force. Dans un premier champ entrent en compétition l'Etat et les communautés rurales, malgré la décentralisation. Cela parce que l'Etat est le propriétaire de la terre et n'en a confié que la gestion au Conseil Rural, d'où la grande incertitude qui entoure la volonté des usagers d'investir sur la terre pour le développement de l'agriculture en général et pour le maintien de la qualité de la terre en particulier. Il se développe ainsi un sentiment d'insécurité des investissements sur la terre (d'où leur faiblesse) par rapport à l'Etat, ce qui explique le développement dérisoire des activités de haute productivité au profit des activités de moindre productivité sur les mêmes terres à l'image de ce qui se passe dans le Ferlo. Cette zone est dite « à vocation pastorale », et à ce propos Tic (1994) postule que la productivité financière par hectare de terrains pastoraux au Ferlo ne peut être concurrencée par aucune autre activité. Pourtant, la poussée du front agricole, sous l'impulsion des agriculteurs *Wolof*, y est devenue la menace principale pour le pastoralisme. Une insuffisance parmi tant d'autres que charrie la loi sur le Domaine national, lequel est confié à l'Etat qui accède à la propriété et gère ces terres dans une logique patrimoniale.

L'article 27 de la loi 96 – 07, consacre la limitation du pouvoir foncier des Communautés rurales, en ce sens qu'il dispose des terres dès lors que : « des zones pionnières sont reversées en zones des terroirs, les parties de ces zones qui ont fait l'objet d'un « aménagement spécial », restent sous la gestion directe de l'Etat ». Mieux, sans toucher à la consistance du Domaine national, ce texte modifie totalement les conséquences qui s'attachent à cette domanialité et, de facto, soustrait au pouvoir foncier local toutes les terres qui avaient été mises en valeur et présentaient ainsi un intérêt économique considérable.

A côté de ce premier champ, se précise un second plus social où les usagers entrent en compétition entre eux. Dans ce champ, le Conseil Rural est courtisé, et devient ainsi un lieu où se nouent et se dénouent des alliances plus ou moins éphémères en fonction des enjeux et des réseaux qui agissent. En effet, si le Conseil Rural affecte la terre sur la base de demandes officielles formulées et soumises à son appréciation, il ne faudrait surtout pas ignorer toute la série de manœuvres qui précèdent ces demandes et qui se déroulent en dehors des délibérations du Conseil. Ce que les grands exploitants ont très bien compris pour précéder leur demande de cadeaux à l'endroit du Président du Conseil Rural et de quelques conseillers qui lui sont fidèles pour « huiler la machine » et espérer un avis favorable à leur requête d'affectation. Cependant, il arrive que ces pratiques butent sur des obstacles surtout quand les terres ciblées représentent de très grandes superficies ou si elles font déjà l'objet d'une occupation. Dans de pareils cas où des occupants risquent d'être déplacés et des espaces pastoraux menacés, le sous préfet dans l'exercice de son contrôle de légalité exige de disposer du dossier technique du projet envisagé sur les terres demandées ainsi que l'avis des services techniques de l'arrondissement voire de la Région en cas de nécessité. Cette injonction de la tutelle est salvatrice quand les demandes relèvent d'individus sans projet fiable ou qui poursuivent leurs propres intérêts au détriment de ceux des populations par exemple. Les

exploitations familiales autour du lac vivent de plus en plus dans cette psychose de sorte que la mise en œuvre du projet étatique traduit un flou quant à l'adhésion des populations surtout dans les zones où coexistent l'agriculture et l'élevage. Les populations brandissent tantôt des droits d'usage traditionnels et fustigent l'Etat, tantôt utilisent les dispositions juridiques quand elles sont favorables à leurs intérêts.

Dans ces conditions, la mise en œuvre de la loi sur le domaine national par les conseils ruraux permet de constater qu'il y a des problèmes de fonctionnement du fait de son caractère inachevé ; ce qui s'explique partiellement par le fait qu'elle demeure un compromis entre différentes idéologies notamment la conception occidentale de la propriété et socialisme africain. A cela s'ajoute un manque de compétences techniques et surtout de ressources financières pour son application, ce qui laisse supposer qu'elle ne répond pas à ses propres objectifs de développement notamment l'intensification de l'agriculture, le remplacement des petites exploitations agricoles, la restauration de l'équité d'accès à la terre, etc. Sur le plan social, elle présente une faiblesse majeure par l'exclusion des personnes non résidentes des communautés rurales, ce qui est la source de la revendication de la privatisation de la terre de la part du patronat national. Sur le plan pratique, il y a une substitution régulière des institutions traditionnelles aux espaces formels de la décision, c'est-à-dire les espaces désignés comme tels par les textes législatifs, administratifs et dispositions réglementaires diverses, ce qui complique davantage la problématique de l'affectation des terres. Un tel constat n'est que l'une parmi tant d'autres, des manifestations de la récurrente question des frontières, tant géographiques, géopolitiques qu'institutionnelles en matière de foncier. La présence simultanée de diverses autorités (officielles ou non), sur toute l'échelle sociopolitique, et ayant tous certains droits sur l'espace est à l'origine de la plupart des conflits. Pour mémoire nous citons la question du bornage des parcelles et des périmètres villageois ; la question des limites des communautés rurales qui impliquent celle de la limite des Régions qui posent la question des frontières de compétences entre organisations et institutions.

Malgré ces multiples contraintes d'accès au foncier, on peut toujours se réjouir de l'existence de principes importants quant à la sécurisation foncière des différents systèmes d'exploitation. En effet, l'occupation de la terre agricole est gratuite et toute redevance à ce sujet est proscrite. La terre reste un bien commun libre de tout droit de propriété foncière tant publique que privée. Que valent les principes si les circonstances dictent les pratiques peut-on se demander dans le cas du Sénégal ? Une question qui mérite d'être méditée avec l'arrivée progressive d'étrangers dans la zone.

Devenu une zone de repli pour la culture de la gomme arabique, le Sénégal, à travers la zone du lac de Guiers, accueille de plus en plus d'exploitants étrangers qui s'y octroient de grandes superficies. La satisfaction de cette nouvelle clientèle aux besoins en terres énormes, réduit considérablement les parcours de bétail. Cette facilité d'accès à la terre pour ces étrangers s'appuie leur alliance avec les élus locaux et les techniciens à qui ils procurent d'importants bénéfices. La conversion des réserves pastorales et forêts classées en exploitation de gomme arabique expose les exploitations familiales qui sont de moins en moins en mesure de pratiquer la jachère pourtant nécessaire à la productivité des terres. C'est ainsi que la mise en valeur agricole a pris le pas sur les autres formes de mise en valeur, et expose à des degrés différents les autres formes de systèmes de production et par conséquent les catégories sociales. En effet, autant les grandes exploitations se développent, autant il se crée des opportunités pour les petites qui trouvent à se brancher aux canaux aménagés pour exploiter les terres exondées disponibles en grande quantité dans la zone. Un avantage qui n'en est pas un pour l'élevage de plus en plus confiné dans des espaces réduits, d'où l'intérêt de savoir

comment reconstruire les espaces pastoraux en mettant à profit les connaissances disponibles ?

En attendant les propositions des chercheurs, les acteurs réagissent à leurs manières pour s'adapter au nouveau contexte. C'est ainsi qu'est apparue la nouvelle stratégie politique d'investissement du Conseil Rural par les *Peuls* éleveurs devenus majoritaires. Par ce positionnement institutionnel, et contrairement à leur attitude de résignation de jadis, cette catégorie ethnique et socio professionnelle a, par la force des choses, fini par percevoir le Conseil Rural comme un espace de négociation des intérêts. Ce qui l'amène à demander des affectations pour y faire paître le bétail. Cette stratégie est à l'origine du début desserrement de l'espace agricole et laisse apparaître des enclaves comme une nouvelle forme de marquage du territoire. Les pêcheurs qui rencontrent de nombreuses difficultés à exercer leur activité sont quant à eux contraints à la modernisation en s'adonnant à la pisciculture. Une activité en développement qui requiert des parcelles non loin du lac pour aménager des bassins.

Les affectations qui se font en diminution des réserves foncières locales remettent au goût du jour la situation de terres concentrées entre les mains de quelques familles qui ne disposent ni de titre officiel pour les occuper, ni sont en mesure de mettre en valeur leur patrimoine.

Discussion et conclusion : les implications foncières des changements en perspective

La réforme sur le droit de la terre avec la loi d'orientation sylvo-agro-pastorale de juin 2004 remet à l'ordre du jour l'urgence d'une sécurisation foncière pour une meilleure cohabitation des systèmes d'exploitation, mais surtout pour la petite exploitation. En effet, dans son exposé des motifs on peut lire : « Dès lors, les orientations du secteur agricole portent sur la création d'un environnement attractif et incitatif en milieu rural qui vise la transformation de l'agriculture familiale en appuyant la promotion de l'exploitation agricole familiale par le passage de systèmes extensifs de production à des systèmes intensifiés, diversifiés, durables et respectueux des ressources naturelles ; elles visent aussi à favoriser l'émergence d'un entreprenariat agricole et rural. Pour ce faire, le développement agro-sylvo-pastoral passe par une stratégie de diversification des productions agricoles, l'augmentation de la productivité et de la compétitivité des exploitations agricoles sur une base durable, avec comme stratégie d'accompagnement, le développement d'une économie non agricole en milieu rural ».

Très ouverte sur l'extérieur et tournée vers la prise en compte des effets de la mondialisation cette loi s'appuie sur des orientations « qui prennent en compte la politique d'intégration sous-régionale au sein de l'Union Economique et Monétaire Ouest Africaine (UEMOA) et de la Communauté économique des Etats d'Afrique de l'Ouest (CEDEAO), les engagements au sein de l'OMVS et de l' Organisation pour la mise en valeur du fleuve Gambie (OMVG), ainsi que les engagements dans le cadre de conventions internationales et les accords commerciaux bilatéraux et multilatéraux (African Growth Opportunity Act, accords Union européenne et les pays d'Afrique, des Caraïbes et du Pacifique , Organisation Mondiale du Commerce, etc.), ainsi que la vision agricole du Nouveau Partenariat Economique pour le Développement en Afrique (NEPAD). Ces espaces d'intégration et ces engagements internationaux constituent ainsi le cadre au sein duquel les protections et les aides à l'agriculture sénégalaise sont définies ».

Le futur « Office du lac » a pour objectif principal de réglementer les prélèvements effectués sur le lac et envisage ainsi d'appliquer une tarification de l'eau pour tout usage. Il est vrai que dans le Code de l'eau, il est déjà prévu le paiement d'une taxe d'exhaure pour l'usage agricole, avec certes une application à géométrie variable. La taxe sur les points d'eau et

abreuvoirs prévue dans le cadre de l'agence est fixée à 1,5 FCFA/tête de bétail et qui rapporterait, selon les estimations, 54 750 000 FCFA par année sur la base de 100 000 têtes. La même décision sera appliquée à la pêche qui ne fait l'objet d'aucune taxe à présent. Aussi est-il proposé une taxe de 200 FCFA par jour et par embarcation, ce qui entre dans une volonté de mieux réglementer cette activité. Dans cette optique, l'eau prélevée du lac rapporterait selon les mêmes estimations un montant de 8 milliards de francs. Parmi les propositions faites par l'agence, certaines ont des implications foncières majeures, notamment la détermination d'une aire de protection du bassin versant ainsi que la mise en place de normes sur les rejets. L'inexistence de propositions quant à la gestion des interactions entre acteurs et usagers de poids très hétérogène, fonde certains à souhaiter l'animation d'un forum d'acteurs dans le système Gestion intégrée des ressources en eau.

Dans leurs efforts de recherche d'une meilleure sécurisation des différents systèmes d'exploitation, les communautés rurales expérimentent l'outil POAS qui semblait être promu à un bel avenir en termes de perspectives d'extension. Cependant force est de constater que sa mise en œuvre s'est révélée très difficile, compte tenu des habitudes déjà installées chez les populations qui la récusent après avoir contribué à son élaboration. Cette étude a fait le point sur le contexte institutionnel de l'intervention de DOMINO, et fait ressortir les enjeux auxquels devra faire face l'agriculture familiale pour sécuriser son accès à la terre. S'il veut être plus qu'un simple projet de plus dans la zone, DOMINO doit tirer des leçons de ces expériences et chercher à s'associer aux réformes en cours.

3.3.1.7 Les interactions agriculture-élevage

Contexte et objectifs

Dans cette étude, nous nous sommes intéressés particulièrement aux aspects sociaux des changements nés de la dynamique d'occupation de cette zone géographique encore peu étudiée. Notre réflexion porte sur les usages des terres limitrophes du lac de Guiers et particulièrement sur les deux systèmes de production dominants : l'agriculture et l'élevage. Le maintien de ces deux composantes de l'économie rurale participe d'une part de la diversification des usages du foncier, dans une optique de durabilité de l'agriculture sahélienne et d'autre part de la préservation de cet environnement lacustre.

La priorité accordée à l'agriculture pour l'accès aux ressources en eau et en terre n'est plus à démontrer. Les lourds investissements occasionnés par les aménagements hydro-agricoles, dans le bassin du fleuve Sénégal, ont permis l'introduction de cultures irriguées dans les systèmes agraires en vigueur, à la double faveur d'une diversification des productions et d'une amélioration des disponibilités alimentaires locales. En effet, à l'issue des sécheresses successives (1947-1948, 1968-1973, 1977-1994), l'irrigation a permis l'accroissement du potentiel de terres arables qui en 1998, ne représentaient pourtant que 19% du territoire du Sénégal, soit 3,8 millions d'hectares (République du Sénégal, 1998).

Les possibilités de déstockage offert à l'élevage et la faible reconnaissance de son importance dans la mise en valeur du foncier semblent justifier la place secondaire qui lui est réservée dans la définition des politiques agricoles jusqu'en 2004, année de la promulgation de la LOASP. Les bases juridiques d'une meilleure prise en compte des besoins de l'animal (et par conséquent des systèmes pastoraux) sont contenues dans cette loi qui confirme son apport à

l'environnement rural par la fumure organique des terres et la contribution à la régénération végétative.

Si le schéma Directeur d'Aménagement de la zone du lac de Guiers reconnaît bien la nécessité d'une intégration entre l'agriculture et l'élevage, nous nous interrogeons sur sa mise en œuvre, face aux tendances d'occupation actuelle de l'espace, autour du lac de Guiers.

Méthodologie

L'étude a pour cadre Mbane et Keur Momar Sarr, deux communautés rurales représentatives de l'importance des activités agricoles et pastorales dans la vie économique des ménages locaux et de l'expression des mutations, juridiques, politiques et économiques liées au domaine foncier. Notre démarche de recherche associe une recherche documentaire, des entretiens, des focus group et l'administration de questionnaires pour la collecte de données à dominante qualitative.

Résultats et discussion

Fondements de la cohabitation traditionnelle agriculture-élevage

L'interdépendance des deux activités se justifie par des raisons économiques puisque leur association dans les pratiques productives des ménages conduit à l'établissement de rapports de complémentarité. L'élevage qui dépend de l'agriculture pour son alimentation (approvisionnement avec les sous-produits des cultures) bénéficie aussi des ressources financières qui en sont tirées, grâce à l'épargne constituée par l'achat de têtes de bétail. De même, les formes d'agriculture traditionnelle utilisent la fertilisation organique du bétail notamment par le système de la vaine pâture qui permet aux troupeaux de succéder aux cultures, dès après les récoltes. L'argent tiré de la vente du bétail sert aussi au financement des campagnes de cultures, lorsque l'exploitant ne peut avoir accès au crédit agricole.

Sous l'angle humain, les deux composantes ethniques qui vivent dans la zone du lac ont fait de l'agriculture et de l'élevage leurs activités dominantes bien qu'il convienne de préciser que si l'agriculture est dominante chez les *Wolofs*, l'élevage demeure aussi la grande activité des populations *Peuls*. Ces deux ethnies sont largement majoritaires à l'échelle de notre zone d'étude. Dans la communauté rurale de Mbane les *Peuls* constituaient l'ethnie dominante avec 13008 habitants (58% de la population) suivis par les *Wolofs* avec 8121 habitants soit 36% de la population globale en 2002 (République du Sénégal, 2002). Selon les enquêtes d'Enda Ecopole menées en 2004, en vue de l'élaboration du PLD de Keur Momar Sarr, la répartition de la population montre qu'elle est composée de *Wolof* (49,9%) répartis sur 41 villages et de *Peuls* (48,1%) sur 40 villages.

L'agriculture et l'élevage s'articulent aussi dans l'espace et dans le temps et contraignent les populations exploitantes à des migrations saisonnières, pour une utilisation des terres soumise au rythme de succession des saisons climatiques.

Le *waalo* (terres traditionnellement inondables) aujourd'hui aménagé pour l'agriculture irriguée ou envahi par le typha, et le *diéri* (terres exondées) dont une partie est irriguée forment les composantes de l'espace d'exploitation agricole sur lesquelles s'exercent les droits d'usage propres aux agriculteurs et ceux des éleveurs. Mais il faut reconnaître que la cohabitation des deux activités obéit à une réglementation et des rapports d'échange qui répondent à des normes socio-culturelles héritées du passé agricole local. Dans le tableau ci-

dessous, l'accueil des *Peuls walwalbe* (c'est-à-dire habitants du *waalo*) dans le *diéri* en saison d'hivernage en est une bonne illustration.

Villages d'éleveurs <i>Peuls</i> du <i>waalo</i> (communauté rurale de <i>Mbane</i>)	Villages d'accueil du <i>diéri</i>
Badjinkoobe	Mbelogne, communauté rurale de Syer (Mbar Toubab)
Ballande	Mbelogne, communauté rurale de Syer
Foundoungou	Belel Namaadi
Kouel Ballande	Mbelogne, communauté rurale de Syer
Louguere Baylo	Mbelogne, communauté rurale de Syer
Niari	Niassante, Bouteyni, Sare Lamou
Pathé Badio	Bouteyni, Sare Lamou
Sengou <i>diéri</i>	Belel Namaadi, Sare Lamou
Temey peulh	Belel Namaadi, Diagle

Tableau 18 : Lieux d'accueil en hivernage d'éleveurs *Peuls* du *waalo* (communauté rurale de *Mbane*)
(Source : enquêtes de terrain, août 2007)

Les migrations spécifiées dans le tableau ont pour origine la communauté rurale de *Mbane* et expriment une obligation de désertion temporaire du bétail, ne pouvant supporter l'humidité du *waalo* qui, en saison pluvieuse, est fortement infesté par des moustiques vecteurs de maladies parasitaires parfois mortelles. Les populations de ces localités s'installent donc périodiquement dans des zones d'accueil du *diéri* où ils bénéficient de l'assistance des populations hôtes qui veillent aussi au respect des règles d'utilisation des ressources pastorales locales.

Ainsi, dans un contexte d'expansion des aménagements hydro-agricoles et de développement de l'agriculture irriguée, on s'interroge sur les mutations induites du point de vue de la cohabitation des deux activités. En effet, l'élevage est victime de la perte d'équilibre dans les usages de l'espace agricole. Alors qu'il reste sous sa forme traditionnelle, l'agriculture se diversifie (introduction de cultures nouvelles comme le riz, la patate douce, l'arachide etc.) et se modernise par le biais de l'irrigation des terres du *waalo* qui rend possible la succession dans le temps de trois saisons culturales : hivernage, contre-saison froide et contre-saison chaude. Ce décalage dans l'évolution des deux systèmes de production nous incite à aborder la problématique du maintien de l'élevage face aux exigences d'une agriculture irriguée en pleine expansion.

Elevage et mutations agricoles récentes

Dans un contexte de déperdition progressive du potentiel foncier, l'avènement de l'irrigation donne un nouveau souffle à des systèmes de production agricoles désorganisés, à faible productivité, et frappés de plein fouet par le phénomène d'assèchement du climat et son corollaire la diminution drastique des ressources productives.

La mise en valeur spatiale évolue en fonction de facteurs physiques (influence des changements climatiques sur la disponibilité des ressources naturelles), agronomique (liés aux potentialités), juridico-administratifs et aussi économiques. Ici, les impacts de la dégradation climatique se sont combinés à une révolution technique. L'introduction du système de culture irriguée apparaît comme le principal levier du changement de l'exploitation des terres. Son influence est triple car elle agit sur l'organisation des systèmes productifs, sur les rapports de

l'exploitant à l'espace et sur l'économie foncière par la hausse de la valeur des terres du *waalo* qu'elle induit. Ici, l'histoire de l'irrigation est plutôt récente car c'est en 1922, que la technique de culture irriguée fut introduite dans le delta du Sénégal, par l'administration coloniale française. Sa généralisation se fit à la faveur d'un aménagement de la vallée sous pilotage de la SAED, à l'échelle nationale et de l' OMVS à l'échelle régionale.

Aujourd'hui, sur un rayon de 5 km, le potentiel foncier aménageable est estimé à 47 000 hectares. Sur ce potentiel, le PDMAS prévoit un développement de l'agriculture irriguée intégrant des cultures à haute valeur ajoutée. La communauté rurale de Mbane est une zone-test des grands programmes de l'Etat du Sénégal : maïs, manioc, sésame, et récemment les biocarburants. En plus des risques sociaux liés à l'affectation d'importantes superficies qui pourraient plutôt être consacrées à la production de denrées alimentaires, les biocarburants sont susceptibles d'accroître les risques environnementaux : pollution des eaux par déficience de drainage, salinisation et stérilisation progressive des terres dans le *waalo* et dans le *diéri*, détérioration de la couverture végétale par surpâturage et élagage excessif.

L'agriculture traditionnelle de subsistance est reléguée à un rang secondaire, face à la dynamique des Agroindustries qui a démarré avec l'implantation et l'expansion de la CSS, l'apparition d'usines de traitement de tomate et des Grands Domaines du Sénégal, et peut-être maintenant des biocarburants..

Les difficultés d'un équilibre du partage foncier

La disponibilité permanente d'eau douce et le fort potentiel irrigable fondent l'attractivité de la zone du lac de Guiers. Aujourd'hui, des entrepreneurs agricoles nationaux mais aussi étrangers y convoitent des terres en vue du développement d'une agriculture industrielle. La répartition des campagnes de cultures dans trois saisons agricoles successives détermine une occupation spatiale quasi permanente, pour une entreprise d'intensification agricole qui n'en est qu'à ses débuts et se heurte à l'obstacle financier. Le programme d'intensification de l'élevage a actuellement peu d'envergure et est sans commune mesure avec celui du bassin arachidier où Niakhar fait figure de zone pilote. La mobilité comme stratégie de gestion du bétail ne permet pas la stabilisation et l'entretien de sujets mis en embouche. Il faut préciser que les premières tentatives de ce programme s'appuient sur les groupements de producteurs récemment constitués : GIE, GPF, etc. Cependant, ces investigations n'ont pas donné lieu à des attributions foncières, dans la mesure où l'élevage n'avait jusque là pas été considéré comme une activité de mise en valeur du potentiel foncier. L'adoption de la LOASP et les réformes foncières envisagées fondent de nouveaux espoirs d'une modernisation de ce secteur économique. Pour l'heure, l'accès au foncier demeure sous la responsabilité du Conseil Rural, collectivité territoriale décentralisée et répond aux modalités juridiques et institutionnelles spécifiées dans la loi 64-46 du 17 juin 1964, relative au Domaine National et dans la réforme de l'administration territoriale et locale reposant sur la loi 72-25 du 19 avril 1972.

Conclusion

Les facteurs évoqués déterminent des stratégies d'adaptation de la part des divers acteurs de la production évoluant en marge du système. Aujourd'hui la réflexion scientifique est tournée vers la compréhension des stratégies mises en œuvre par ces acteurs afin de faire face aux risques et contraintes liées d'une part à l'évolution climatique et d'autre part au développement des aménagements irrigués. Les formes et paramètres de négociations entre agriculteurs et éleveurs restent encore mal connus. Les éléments du problème peuvent être déclinés ainsi :

- Les périmètres irrigués se multiplient et occupent les terres du *waalo* qui constituaient des pâturages de saison sèche pour le bétail.
- Une agriculture à caractère industriel se développe avec une double tendance à la diversification et à l'intensification des cultures.
- Le paradoxe est qu'il se produit une tendance à la stabilisation de l'élevage parallèle au dynamisme de l'aménagement des terres contiguës au lac.

Alors que les causes des changements climatiques se gèrent à l'échelle planétaire, c'est plutôt à l'échelle des terroirs de production que se jouent les arrangements fonciers favorables à la diversité des usages, pour le bénéfice de l'environnement local. C'est dans cette optique qu'une communication intitulée « *Des stratégies foncières endogènes pour une réhabilitation de l'élevage dans l'environnement du lac de Guiers* » a été présentée à l'atelier sous régional du Centre International de Recherche-Développement sur l'Élevage en zone Subhumide (CIRDES)⁴⁶, organisé à Niamey au Niger, en février 2008 (Soumare, 2008).

Cette étude nous permettra de mieux intégrer de nouveaux aspects de complémentarité de l'agriculture et l'élevage en tant que systèmes d'exploitation « purs » et mixtes. Elle a mis en évidence la persistance chez les éleveurs de stratégies foncières complexes associant des terres du *waalo* et du *diéri*, éloignées de quelques dizaines de kilomètres. Elle a aussi soulevé l'intérêt de l'adaptation et des possibles ruptures, qui devront être examinées de plus près d'un point de vue de la modélisation.

3.3.1.8 Analyse de l'impact des décisions d'affectation des terres dans la communauté rurale de Keur Momar Sarr⁴⁷

Au Sénégal les questions foncières interpellent les décideurs, les chercheurs, mais aussi les populations locales, surtout dans la zone du lac de Guiers où la multiplicité des usages génère des intérêts parfois divergents. Nous sommes intervenus dans la communauté rurale de Keur Momar Sarr afin d'étudier l'action de la collectivité locale dans le domaine foncier, en nous fixant comme objectif d'analyser l'impact socio économique et environnemental des décisions prises par le Conseil Rural en matière d'affectation de terres.

Aujourd'hui, après plus d'une décennie de responsabilisation des collectivités locales initiée par les lois 96-06 et 96-07 (cf. section 3.1), il nous semble tout à fait légitime de voir ce qu'il en est exactement de l'action de ces dernières, surtout en matière de gestion foncière. De ce point de vue, la question fondamentale que nous nous sommes posée est de savoir si l'affectation des terres par le Conseil Rural renforce les systèmes locaux de production.

Nous avons choisi la communauté rurale de Keur Momar Sarr qui couvre une superficie de 758,6 km². Sa particularité majeure réside dans le fait qu'elle est traversée (NE-SE) par le lac de Guiers qui, en tant que ressource stratégique dans ce milieu sahélien à très faibles précipitations, suscite énormément d'enjeux (cf section 3.1).

Méthodologie

⁴⁶ Cet atelier sous régional a été organisé par le CIRDES sur le thème des « *Changements climatiques et interactions élevage et environnement en Afrique de l'Ouest* », Niamey (NIGER), 11 au 15 février 2008.

⁴⁷ Voir Dione (2007) pour plus de détails.

La démarche méthodologique que nous avons adoptée comporte aussi bien des aspects théoriques que pratiques. Notre cadre d'analyse fait la distinction entre *effets* et *impacts* d'une *décision d'affectation*. Les décisions sont suivies d'effets socio économiques et écologiques en interaction, lesquels résultent en une série de changements constitutifs de l'impact. Pour la phase de terrain, nous avons adopté comme outils de collecte un questionnaire administré aux affectataires et un guide d'entretien destiné à des structures impliquées, de près ou de loin, dans la gestion foncière et des ressources naturelles. (Commission domaniale, association des chefs de village, membres du Comité Utilisateurs DOMINO, structures déconcentrées, GIE et GPF...).

Nous avons d'abord exploité le registre foncier et les procès verbaux des délibérations du Conseil Rural. Ce qui nous a permis de dresser la liste des individus et des structures (GIE, GPF, associations...) ayant obtenu une ou des parcelles par voie d'affectation entre 1985 et 2004. Cette liste précise, bien entendu, les superficies octroyées, les localités, de même que les usages pour lesquels la terre a été affectée. Notre échantillon consiste en 50 affectations, contrastées selon le type d'affectataire, la localisation et la surface affectée.

Ensuite, l'enquête auprès des affectataires a permis de recueillir des informations d'ordre économique (opérations culturales, rendements, revenus...), social (cas de litige, dynamique organisationnelle...) et écologique (qualité des terres, de l'eau, du pâturage...).

Enfin, Les logiciels SPSS, Excel et ArcView ont été utilisés aussi bien pour le traitement et l'exploitation des données qualitatives et quantitatives collectées.

Une telle démarche nous a permis d'obtenir les résultats présentés ci-dessous, en dépit des difficultés rencontrées sur le terrain, notamment l'accès difficile à l'information inhérent à la sensibilité de la question foncière.

Résultats

Les résultats de notre étude attestent de l'existence d'un certain nombre de changements positifs et négatifs aussi bien sur le plan socio économique qu'environnemental, lesquels sont en étroite relation avec les décisions prises par le Conseil Rural de Keur Momar Sarr en matière d'affectation des terres. L'ensemble de ces changements significatifs constitue, en réalité, l'impact des décisions d'affectation de terres.

Des changements négatifs constitutifs de l'impact

Sur le plan socio économique

On assiste d'une part à une fréquence des conflits et d'autre part à une forte emprise des exploitations privées au dépend des exploitations agricoles familiales. En effet, l'exercice des compétences reconnues au Conseil Rural en matière domaniale, donne lieu à des tensions. Presque six affectataires sur dix (sur les cinquante enquêtés) sont persuadés que les décisions du C.R favorisent une augmentation des conflits. Cette fréquence des conflits est liée, en grande partie, à l'insuffisance des moyens de la collectivité locale. Cette dernière ne dispose d'aucun outil de gestion et n'a pas une claire connaissance du disponible foncier.

Aussi, la triangulation de l'information (entretiens avec des membres de la commission domaniale, des chefs de villages, des agents de services techniques, du sous-préfet et aussi certains affectataires) nous a permis de noter une non implication effective de tous les acteurs. De nombreuses décisions sont prises à l'insu des chefs de village et plusieurs parcelles ont été déjà attribuées sans que le travail préalable d'identification du site ne soit fait. A cela s'ajoutent le non octroi de titres aux affectataires (70% d'entre eux sont sans titres), la non délimitation des parcelles attribuées (54% non délimitées), le semblant d'ostracisme à l'endroit des jeunes (seuls 4% des affectataires ont entre 20 et 30 ans) et surtout, l'octroi de

terres à des individus non exploitants, synonyme d'un amoncellement de frustrations (28% des affectataires louent la terre, au mépris des textes en vigueur). Tout cela a contribué à alimenter les conflits.

Quant à l'emprise grandissante des exploitations privées au détriment de celles familiales, elle est assez nette. En effet, si en 1985 les exploitations privées ne représentaient que 5% du total des affectations, elles ont connu une nette progression passant à 9%, 15% respectivement en 1990 et 2000. Pendant ce temps, la proportion d'affectations destinées aux exploitations familiales connaît une baisse au fil des années, passant de 95% en 1985 à 76% en 2005. C'est dire par conséquent que les décisions d'affectation ne garantissent pas une viabilité des exploitations familiales.

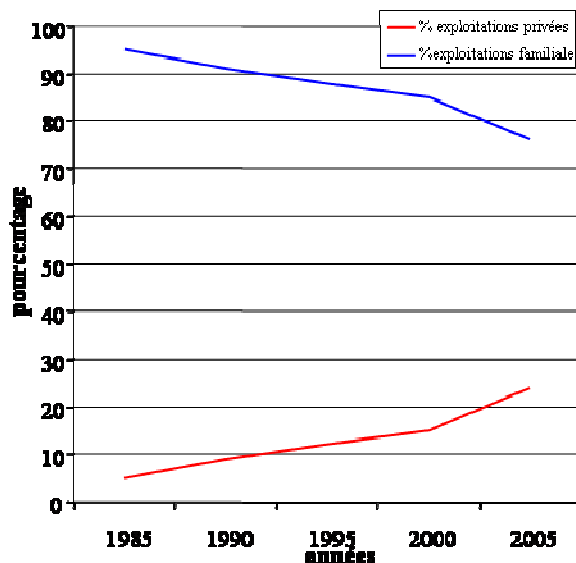


Figure 41 Evolution de la surface affectée dans la communauté rurale de Keur Momar Sarr (pourcentage de la surface totale affectée dans une année) de selon le type d'affectataire

La Figure 42 montre la répartition géographique des parcelles affectées par le Conseil Rural de Keur Momar Sarr de 1985 (année des premières affectations) à 2005. On constate d'une part que la surface totale affectée est très inférieure à la surface de la communauté rurale, mais aussi que les affectations concernent essentiellement les terres les plus stratégiques à proximité du lac. L'analyse des dynamiques territoriales doit donc aussi tenir compte des terres non affectées mais utilisées pour l'agriculture et l'élevage. Ceci confirme les résultats de nos autres enquêtes dans les communautés rurales de Mbane, Keur Momar Sarr, Syer et Ross Bethio, qui montrent que la moitié des exploitants considèrent que les terres sont obtenues par héritage, contre un tiers par la procédure d'affectation. On constate aussi le positionnement des éleveurs en matière foncière. En effet ceux-ci se font affecter des terres⁴⁸, ce qui leur permet de confiner l'agriculture à une zone (notamment via la location à des agriculteurs, notamment les producteurs de patate douce) et continuer à pratiquer l'élevage dans une autre. On note aussi que dans la plupart des cas des affectations importantes en superficie, la mise en valeur agricole des terres ne couvre qu'une faible proportion de cette dernière.

⁴⁸ Rappelons que les conseils ruraux des communautés rurales de la zone sont souvent dominés par des éleveurs, ce qui peut influencer le résultat des délibérations sur les demandes d'affectation.

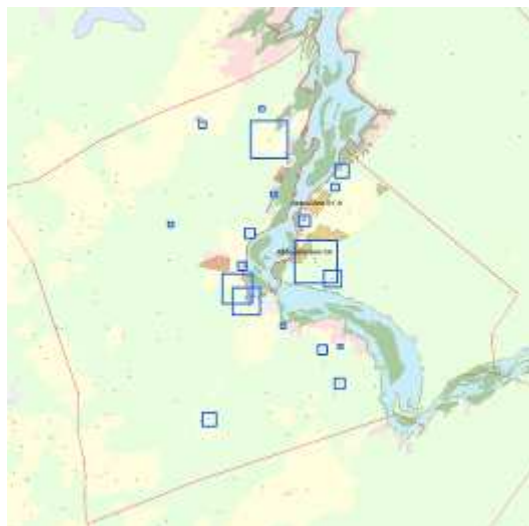


Figure 42 : Distribution géographique approximative des parcelles affectées par le Conseil Rural de Keur Momar Sarrs. La surface des carrés bleus correspond à la surface totale affectée à une localité (centre du carré) de 1985 à 2005. Quelques affectations ont été géoréférencées par GPS (polygones en rouge/orange)

Sur le plan écologique

Les résultats de notre étude ont révélé une baisse de la qualité des terres. En effet, plus de la moitié des enquêtés affirment que la qualité des terres diminue, ce qui serait lié principalement à deux faits majeurs : d'une part un faible niveau de pratique de la jachère (68% ne la pratiquent pas), et d'autre part à la culture de patate douce. Cette dernière qui représente 40% des spéculations, absorbe tous les oligo-éléments qui composent le sol, si bien que de longues jachères (minimum 3 à 4 ans) doivent suivre le cycle de culture déjà long, ce qui n'est pas possible dans ce contexte de rareté des terres, surtout au voisinage du lac. Cela explique que cette culture est dite itinérante, se réalisant sur des terres louées.

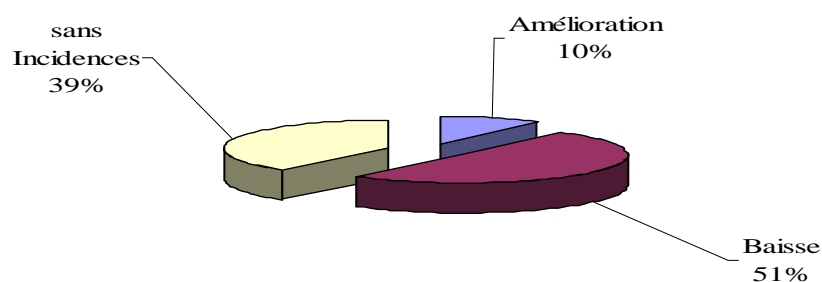


Figure 43 Perception des exploitants sur l'évolution de la qualité des terres

Cependant, les changements significatifs de l'impact des affectations ne sont pas que négatifs.

Des changements positifs constitutifs de l'impact

Il est ressorti des résultats de l'étude, une kyrielle de changements positifs, pour lesquels une relation de causalité directe ou indirecte peut être établie avec les décisions prises par le Conseil Rural en matière d'affectation. Il s'agit principalement :

- d'une augmentation des revenus,
- d'une amélioration de l'accès des familles d'éleveurs aux services sociaux de base

- d'une amélioration de la situation socio économique des femmes, suite au développement du salariat agricole et à l'accès des groupements féminins à la terre.

En effet, à la question de savoir « si l'accès à la terre par voie d'affectation s'est traduit par une amélioration des revenus », 78% des affectataires ont répondu par l'affirmatif. Seuls 20% ont dit le contraire. Toutefois, l'incidence n'est pas uniforme, elle varie selon l'activité productrice principale de l'affectataire. En effet les éleveurs semblent voir plus d'avantages à l'affectation que les agriculteurs (Figure 44), notamment grâce aux revenus additionnels qu'ils tirent de la location de leurs terres aux agriculteurs.

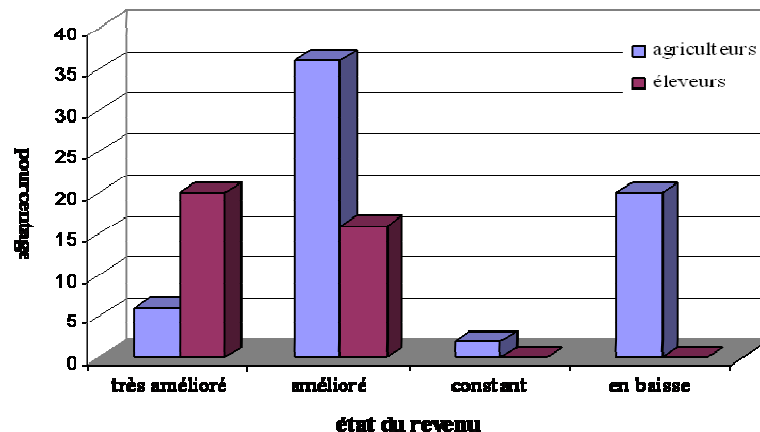


Figure 44 Perception de l'effet de l'affectation des terres sur le revenu, selon l'activité principale des affectataires.

Avec les affectations, on constate une réduction de la mobilité des éleveurs. En effet ces derniers louent la terre qui leur est affectée, ainsi, au souci premier de se rapprocher du point stratégique qu'est le lac, s'ajoute la préoccupation majeure de surveiller les terres mises en location. Des villages comme Mbaanar Keur Yoro Tacko ont changé de site, quittant le *Diéri* profond pour s'implanter non loin du lac. Les pionniers de ce déplacement ont d'ailleurs créé le village de Golondé qui est le fief des éleveurs propriétaires terriens. Et, progressivement, cette sédentarisation favorise l'accès des familles d'éleveurs aux structures sanitaires et éducatives.

Par ailleurs, les résultats de notre étude ont révélé que les affectations de terres ont contribué à la hausse du niveau de revenu des femmes, cela à travers deux faits majeurs. Premièrement, les femmes travaillent quotidiennement dans les périmètres des grands producteurs. (Journalier, pour la cueillette de tomates dans le projet SEPAM, moyennant 1500 francs/jour). Deuxièmement, celles qui se déploient dans leurs GPF ont un niveau de revenu non moins satisfaisant. C'est le cas des femmes membres du GPF de Ganket Balla et de Ganket Guent qui parviennent à récolter régulièrement (presque chaque semaine) des produits maraîchers pour les écouler au « *Luuma* »⁴⁹ de Keur Momar Sarr. Ce qui leur rapporte individuellement entre 1500FCFA et 2000FCFA/jour. La plupart des femmes membres de ces GPF affirment qu'avant elles étaient sans revenu. Aujourd'hui, les GPF qui s'adonnent au maraîchage ont fortement contribué à améliorer leur situation.

⁴⁹ Marché hebdomadaire

Conclusion

En définitive, les résultats de l'étude que nous avons menée à Keur Momar Sarr montrent que l'impact des décisions prises en matière d'affectation revêt à la fois des aspects positifs et négatifs, cela aussi bien sur le plan socio économique qu'environnemental. Aussi avons-nous pu constater que l'essentiel des problèmes évoqués procède d'une insuffisance des moyens dont dispose le Conseil Rural. Il est clair que gérer un domaine aussi complexe que le foncier nécessite un certain nombre d'outils. Il serait intéressant d'appuyer et d'accompagner les collectivités locales à mettre en place un outil suivi de gestion qui pourrait intégrer un SIG.

Par ailleurs, il convient d'instaurer des mécanismes de contrôle, par les populations, de l'action du Conseil Rural, mais aussi de renforcer la sécurité des exploitations familiales en leur octroyant les terres les plus éloignées du lac aux grands producteurs privés qui disposent de suffisamment de moyens pour les mettre en valeur. Cela devrait permettre aux petits exploitants familiaux d'accéder à l'eau en se branchant sur les canaux aménagés proches de leurs exploitations.

L'étude a donc permis d'une part de confirmer notre hypothèse d'une prédominance des modes d'accès traditionnels à la terre, hors procédure d'affectation, mais aussi d'une spéculation foncière sur les terres stratégiques. Elle a aussi identifié les éléments à prendre en compte pour le volet Impact de l'outil AIDA, de même que la nécessité d'y ajouter une fonctionnalité SIG rudimentaire.

3.3.1.9 Conclusion

Les études ont apporté un éclairage sur la question foncière à l'échelle de l'exploitation, de la communauté rurale, du territoire, et du pays. Elles ont mobilisé des études existantes, des entretiens ou des enquêtes structurées ou semi structurées. Cela nous a permis de monter une base bibliographique et de la compléter avec de nouveaux documents, de corriger les données existantes ou de les compléter avec de nouvelles données plus ciblées ou plus récentes. Ces études, tout en facilitant les échanges entre chercheurs et étudiants ont aussi, dans une certaine mesure contribué à démystifier le discours officiel. L'UCAD et l'ENEA ont maintenant investi ce terrain jusque là surtout exploré par l'UGB.

Les exploitations sont essentiellement de caractère mixte, associant agriculture et élevage, et quelquefois la pêche, ce qui nous amène à voir différemment la dualité agriculteurs / éleveurs classique. Il existe une grande disparité en termes de moyens, de surfaces exploitées, et de revenus, et ce pour tous les types d'exploitations. Les principaux systèmes de production occupent des zones bien précises de l'espace, et les terres stratégiques situées en bordure du lac étant celles qui font l'objet des affectations (et d'intenses spéculations), vu la possibilité de revenus important qui peuvent en être tirés. Un faible recours à la jachère, la dégradation des sols par les cultures de patate douce, la contamination de l'eau du lac, pourraient cependant compromettre la durabilité de l'agriculture irriguée. Au-delà de la connaissance plus fine que nous avons maintenant de la principale activité génératrice de revenus pour les populations rurales de la zone, les données collectées ont permis l'initialisation de modèles réalistes.

La production agricole implique un accès à la terre dont nous avons analysé les modalités. La loi sur le domaine national donnant au Conseil Rural le pouvoir d'affecter et de désaffecter les terres, nous avons donc regardé de plus près comment cela se déroulait dans la réalité,

notamment au sein du Conseil Rural, ou selon les perceptions des producteurs, des chefs de village, et des représentants de l'état. On observe des cas de clientélisme et le renforcement de la notabilité locale, les difficultés du Conseil Rural à gérer le foncier et à appréhender les impacts à court et moyen terme de leurs décisions d'affectation, autant d'éléments qui nous ont aidé à orienter notre intervention pour la conception d'outils d'aide à la gouvernance. Nous avons constaté un fort sentiment d'appartenance au terroir et la permanence des modes d'accès traditionnels (location, prêt, héritage, etc..) non seulement concernant les terres non stratégiques (lesquelles n'étant généralement pas enregistrées au registre foncier), mais aussi concernant les terres à fort potentiel pour l'agriculture irriguée, incluant celles ayant fait l'objet d'une affectation (ces dernières étant souvent louées par les affectataires). Nous avons donc dû élargir notre cadre d'intervention au-delà de la simple procédure d'affectation de manière à pouvoir appréhender l'ensemble des dynamiques foncières à l'œuvre sur le territoire. Les valeurs quantitatives obtenues sur la fréquence des divers modes d'accès et de mise en valeur des terres présents dans la zone nous permettent d'aller au-delà du discours normatif et de développer des modèles cohérents avec les réalités du terrain.

Le grand perdant de cette dynamique foncière semble être l'environnement. Même si nos études ont montré une certaine activité des populations (associations, GIE) en matière de protection de l'environnement, il n'y a pas de système de suivi environnemental. Parce qu'il fournit de l'eau potable à des millions de personnes l'enjeu environnemental est en voie de devenir une priorité absolue pour les communautés rurales qui bordent le lac. Cependant le manque de moyens dont les conseils ruraux disposent pour gérer cette compétence « à problèmes », et par conséquent l'inexistence de dispositifs incités ou pilotés par le Conseil Rural nous interpellent. Aussi le lien entre la terre, ressource décentralisée, et l'eau qui ne l'est pas, complique passablement la donne. Nous avons pu cependant rassembler les principaux éléments permettant d'intégrer la question environnementale à notre démarche.

Nous avons mis en évidence la persistance, notamment chez les éleveurs, de stratégies foncières complexes à l'échelle territoriale, de même que des stratégies d'adaptation qui vont de la diversification des activités génératrices de revenus à la maîtrise du foncier par le biais du politique. Les logiques territoriales observées dans la zone montrent les difficultés d'articulation verticale et horizontale des espaces d'influence de l'état et des collectivités territoriales. L'effet polarisant du lac, et la nature de la ressource qu'elle porte, devrait favoriser l'émergence d'un territoire partagé, avec des règles de gestion préservant à la fois les intérêts locaux et l'intérêt national. La situation actuelle favorise cependant les « free rider » qui profitent des flous juridiques et des failles des mécanismes de contrôle pour se tailler la part du lion tout en renforçant leurs réseaux et leurs alliances dans l'éventualité d'un resserrement des normes. En s'engageant dans une approche territoriale « intégrée » l'enjeu auquel DOMINO devait faire face était bien de rendre compte de ces logiques individuelles et collectives. Finalement nous avons fait ressortir des couples de tension de la sphère politiques et l'importance des arènes ad-hoc, de même que le rôle des acteurs hybrides. Nous n'avons cependant pas analysé la dynamique des arènes de négociations entre le gouvernement et les bailleurs de fonds, et les impacts du registre politique agricole sur les politiques foncières.

En faisant le point sur le contexte local et institutionnel de l'intervention de DOMINO, nous avons fait ressortir les enjeux auxquels devra faire face l'agriculture familiale pour sécuriser son accès à la terre. Pour être plus qu'un simple projet de plus dans la zone, il nous fallait adapter notre stratégie d'intervention en tenant compte des réalités du terrain.

3.3.2 MODELISATION

Notre démarche a amené les modèles et les outils pour la gestion stratégique des territoires à se décliner sur trois volets: 1) la maîtrise des cartes ; 2) la localisation des affectations de terres et le suivi des décisions d'affectation ; 3) l'anticipation des changements d'usage des terres.

L'**Atlas incrémental** (volet 1) permet de rassembler les informations, de les synthétiser, de garder une trace du processus, et contribue à fournir les cartes qui sont le support des outils informatiques. La base de données sur le foncier (outil **BDFoncier** – **volet 2**) est destinée au Conseil Rural pour sa gestion quotidienne du foncier. L'outil expert **GRAOUL** (outil de Gouvernance Régionale pour l'Affectation Optimale des Terres –volet 3) permet de simuler les dynamiques d'usage des terres en tenant compte de l'aptitude de la terre et des dynamiques écologiques, des dynamiques territoriales passées, des politiques foncières et sectorielles, et de la demande de terre. Le modèle bioéconomique (outil **BioEcon**) permet de modéliser l'impact économique et environnemental des choix techniques et culturels au sein de l'exploitation agricole, et de déterminer la valeur marginale de la terre. La procédure d'affectation elle-même, et les impacts de ces décisions d'affectation, sont traités par l'outil **AIDA** (Analyse des Impacts des Décisions d'Affectation – volet 2). Un **modèle d'optimisation combinatoire** partageant certaines similarités avec GRAOUL (mais aussi DS, l'outil SMA développé à la Réunion) a aussi été testé. La complémentarité de ces outils est esquissée dans la section 3.2.2.2.1

Certains outils jouent le rôle d'objet intermédiaire « prétexte » pour l'aide à la réflexion au sein de l'équipe de chercheurs (BioEcon, le modèle d'optimisation combinatoire). D'autres sont destinés à être utilisés par les acteurs, soit manipulés par eux (BDFoncier, AIDA, Atlas), soit avec l'aide d'un expert (GRAOUL).

3.3.2.1 Atlas du Lac de Guiers

3.3.2.1.1 Analyse des besoins

Les mises en situation ont fait ressortir une difficulté à situer la demande de terre dans l'espace (d'où la nécessité d'une formation en cartographie – voir la présentation des résultats de l'atelier 3 avec le Comité Utilisateurs dans la section 3.2.2.2).

Initialement la décision de développer un atlas répondait à deux préoccupations : le besoin de données spatiales harmonisées pour la modélisation, et le besoin de pouvoir échanger avec les utilisateurs sur les résultats des modèles. En d'autres termes, l'atlas comme information de base et comme support de communication⁵⁰. Il est vite apparu, notamment lors du deuxième atelier avec le Comité Utilisateurs, que l'atlas pouvait devenir un outil de gouvernance. En effet il pouvait être avantageux pour les acteurs d'acquérir une culture cartographique critique (Johnson Pualani & Hadi Pramono, 2006), même si cela demandait de se soumettre à certaines normes cartographiques. L'hypothèse d'un besoin des utilisateurs pour fins de « counter mapping »⁵¹ s'est trouvée vérifiée à l'occasion du troisième atelier (formation à la

⁵⁰ Nous n'avons pas abordé la carte en tant que message, si ce n'est dans une analyse sociologique touchant la formation en cartographie (Boutinot et al, 2008)

⁵¹ Le terme de « counter-mapping » a été introduit par Peluso (1995) pour décrire la production de cartes suivant des standards cartographiques par les populations des forêts indonésiennes, comme moyen de contester les cartes

cartographie) et suite aux entretiens avec les membres du Comité Utilisateurs dans le cadre de l'évaluation DOMINO (réalisée dans le cadre de l'ADD-Commod, Thiam 2007).

3.3.2.1.2 Conception et réalisation

L'Atlas consiste donc en une base de données SIG dont les sorties papier sont destinées aux membres du Comité Utilisateurs. Il permet de rassembler les informations, de les synthétiser, de garder une trace du processus, et contribue à fournir les cartes qui sont le support des outils informatiques. Les cartes sont standardisées (conception, échelle, disposition) pour faciliter l'apprentissage (voir Figure 45). Les membres du Comité Utilisateurs disposent notamment d'une règle graduée adaptée à l'échelle de la carte pour leur permettre de mesurer des distances. Chacun dispose aussi d'un porte vue pour rassembler et conserver les cartes de base et celles produites lors des différents ateliers, ou toute information pertinente produite ou récoltée, et éventuellement les cartes produites ou corrigées, dans le cadre des ses activités propres.

La base de données SIG

Nous avons élaboré un système d'information géographique sur la base des données compilées dans le cadre du projet Lead-pesah (Ickowicz et al, 2005) et d'imagerie satellitaire disponible gratuitement sur un serveur de l'Université du Maryland (<http://glcf.umiaccs.umd.edu/index.shtml>). Le plus ardu a été la correction des données des villages et campements, l'élaboration des cartes d'occupation du sol (notamment la plus récente) et des pistes par interprétation d'imagerie satellitaire. Les données d'enquête et SIG permettent le paramétrage et l'initialisation des modèles. Le SIG comprend les couches suivantes :

- Routes et Pistes (IGN 1957 ; interprétation imagerie 2003)
- Modes d'occupation des Sols (IGN 1957 ; interprétation imagerie 1980, 1990, 2006)
- Réseau hydrographique (IGN 1957 ; interprétation imagerie 2003)
- Morphopédologie (USAID, 1985)
- Villages et campements (IGN 1957 ; DAT/CSE 2000)
- Divisions administratives (DAT 2000) ajustées aux limites du fleuve et au lac.
- Modèle numérique de terrain (SRTM 90m)
- Plans d'Occupation et d'Aménagement des Sols (SAED)
- Terres dégradées (interprétation imagerie 2003)
- Ouvrages hydrauliques (DGPRE 2000)
- Enquêtes de Ndeye Fatou Mar, Ahmadou Coumba Ndiaye, Samba Fall, et Mamadou Dione.
- Image Quickbird de la zone du lac et information dérivée : courbes de niveau, digues, reboisement, localisation des périmètres irrigués (courtoisie de Adrien Coly, TROPIS, 2008)

Un survol aérien à basse altitude a permis de collecter des photos et vidéos à visée oblique de la zone pour la reconnaissance du terrain et pour faciliter l'interprétation des images satellite⁵².

de zonage et d'aménagements imposées par l'Etat. L'idée a ensuite évolué pour devenir une posture de contestation et de correction des asymétries de pouvoir par le biais des produits et processus cartographiques (Harris L. M. et Hazen H D., 2006).

⁵² Les données haute résolution disponibles pour le Sénégal sur Google Earth en mai 2006 ont aussi été d'une grande utilité pour la classification et l'identification des campements et des points d'eau.

3.3.2.1.3 Tests, utilisation et maintenance

L'apprentissage de la cartographie demande plus de temps que ne le permet un seul atelier de formation. Il se poursuit en reprenant chaque fois que c'est possible les notions acquises précédemment, tout en introduisant de nouvelles. Suite à la formation à la cartographie (Atelier 3), nous avons introduit (Atelier 4) une version plus complexe et standardisée des cartes morphopédologiques utilisées pour la formation, et revu, avec cette nouvelle carte, les concepts de base de cartographie. Ensuite nous avons pu constater, par le biais d'exercices simples, que les acteurs se retrouvaient bien sur une carte relativement complexe, comprenaient assez bien la légende, et pouvaient mesurer des distances entre deux points à l'aide d'une règle graduée à l'échelle de la carte que nous leur avons fournie. Ils ont même détecté certaines erreurs de positionnement de villages ou de points d'eau. Puis nous avons initié un exercice de rétrospective à partir des cartes topographiques de 1957 (version scannée et version simplifiée). De manière générale nous pouvons affirmer que les acteurs ont une maîtrise correcte des cartes que nous leur avons fournies, en tous cas suffisamment pour que celles-ci puissent être utilisées comme support de communication.

Certaines erreurs des cartes ont été corrigées pour la communauté rurale de Keur Momar Sarr à l'occasion d'un stage ADD-Trans (Toure L, 2007). La question de la maintenance de l'Atlas et de la création de nouvelles cartes une fois le projet terminé sera abordée lors du prochain atelier de prospective prévu en mai 2008 qui mobilisera des cartes que les acteurs annoteront et commenteront.

3.3.2.2 BDFoncier : une base données des affectations des terres

3.3.2.2.1 Analyse des besoins

Les problèmes liés à la corruption, au manque de transparence des décisions d'affectation des terres, et la nécessité de clarification des procédures, ont été clairement soulevés lors des entretiens dans la zone et des ateliers, ce qui a motivé le développement d'outils portant sur la procédure d'affectation des terres à l'usage du Conseil Rural, notamment une base de donnée foncière (BD foncier) et un outil permettant d'analyser les impacts des décisions d'affectation (AIDA – voir atelier 5 et section 3.3.2.5).

Concernant la base de données sur le foncier, une rencontre a d'abord été organisée par un groupe d'étudiants de l'ESP avec le responsable de la maison des élus locaux à Dakar pour vérifier l'intérêt de ce type d'outils et demander conseil sur la mise en œuvre de l'application. Le PCR de la communauté rurale de Yène (située à environ une heure de route de Dakar) a accepté de recevoir la délégation d'étudiants pour discuter avec le Conseil Rural et faire une première spécification du système (Mahmoud, 2007). Un des étudiants a ensuite pris le relais et a complété un premier prototype, tout en y intégrant de nouveaux éléments définis dans le cadre de notre interaction avec le Conseil Rural de Keur Momar Sarr.

Pour gérer les problèmes liés à l'affectation et à la désaffectation de la terre, le Conseil Rural dispose de peu d'outils et de moyens (cf. section 3.3.1). La recherche de l'information est pénible puisque tout est sur papier et c'est ce qui rend le retraçage de l'historique d'une terre presque impossible. Par exemple la double affectation (la même terre affectée à deux personnes différentes) est chose courante en raison de l'absence d'information validée et

accessible sur la parcelle et sa localisation. Aussi, la procédure légale d'affectation n'est pas suivie, certains demandeurs bénéficient de passe-droit alors que d'autres sont bloqués. De nombreux affectataires ne savent pas qu'ils le sont, ignorent la localisation et la surface de leur parcelle, ou tout simplement refusent le résultat de la délibération. Vu qu'il est difficile, voire impossible, de retrouver les dates de demande, de délibération, de validation par le sous-préfet, et de notification du demandeur, les demandeurs qui se sentent lésés ont peu de recours et la situation foncière reste floue. Le disponible foncier est inconnu du Conseil Rural, qui ne perçoit pas non plus les taxes auxquelles il a droit. Il n'y a pas non plus de suivi évaluation de la mise en valeur des terres ce qui complique passablement la procédure de désaffectation. Pour régler ces problèmes, les communautés rurales ont manifesté le souhait d'une application réalisant les objectifs suivants :

- Gérer le processus d'affectation, de désaffectation et de réaffectation depuis la réception de la demande jusqu'à l'affectation ou le rejet ;
- Pouvoir retracer l'historique d'une terre ;
- Gérer la composition du Conseil Rural;
- Pouvoir générer des documents tels que les procès verbaux de réunions et les délibérations.

Notons qu'il ne s'agit pas ici de participer au développement d'un cadastre mais bien de faciliter l'application de la loi sur le domaine national et en particulier le décret 64-573. De plus les limites des parcelles affectées sont temporaires : une fois les terres désaffectées elles retournent dans le pool des terres communes de la communauté rurale et leurs limites éventuellement dissoutes.

3.3.2.2.2 Conception et implémentation

L'outil **BDFoncier** est destiné au Conseil Rural pour sa gestion quotidienne du foncier. La base est conçue pour être utilisée par un employé du Conseil Rural comme l'assistant(e) communautaire.

Les principales fonctionnalités sont les suivantes :

- La saisie des demandes est faite via des formulaires qui alimentent ou interrogent une base de données de l'état civil ;
- Les PV de délibération sont générés saisis via des formulaires, et sauvés automatiquement en pdf, ce qui garantit l'uniformité des formats et facilite la recherche d'information ;
- Un moteur de recherche permet de retrouver la trace des affectations et des demandeurs (PV de délibération, historique de la parcelle) ;
- Les parcelles sont visualisées sur l'espace de la communauté rurale (pour vérifier les doubles affectations et estimer le disponible foncier), et leur surface calculée (ce qui permet de comparer avec la surface officiellement affectée)
- Un mode « expert » permet de réaliser des requêtes SQL qui ne seraient pas préprogrammées.

L'application a été développée en Java et MySQL, deux logiciels libres. Le lien avec AIDA est réalisé via une connexion JDBC.

3.3.2.2.3 Tests, utilisation et maintenance

L'application a d'abord été testée en interne avec des données d'affectation et des délibérations de la communauté rurale de Keur Momar Sarr. Deux missions de validation sont prévues pour 2008, avec le Conseil Rural de Yène et celui de Keur Momar Sarr. Une fois l'outil validé par les conseils ruraux, il sera présenté à la maison des Elus locaux et à l'agence d'informatique de l'Etat Sénégalais

3.3.2.3 GRAOUL : Un modèle d'allocation des terres selon l'offre et la demande régionale

GRAOUL⁵³ permet de simuler les dynamiques d'usage des terres en tenant compte de l'aptitude de la terre, des dynamiques passées, des politiques foncières, et de la demande de terre. Il permet donc de faire de la prospective en traitant différents scénarios, d'anticiper la demande régionale de terre et l'endroit où elle a la plus grande probabilité d'être satisfaite. Il vient ainsi en appui aux aménageurs et aux décideurs pour l'élaboration de politiques spatiales (zonage, aménagements, etc..) en anticipant les problèmes (saturation et spéculation foncière, conflits agriculteurs-éleveurs, etc..).

3.3.2.3.1 Analyse des besoins

Lors de l'atelier de lancement (Atelier 1) les participants ont soulevé les divers problèmes qui affectent la gestion des terres, noté que ces problèmes persistent et que certains vont en s'aggravant, et ce, malgré la présence d'institutions pertinentes et d'instruments variés. Les modes de résolution sont de quatre types : l'application de la loi et le recours à la justice, la sensibilisation, la planification et l'aménagement, et l'intermédiation.

Les outils mobilisés sont relativement classiques. Il s'agit d'outils juridiques (sanctions, arrêtés, plaintes, délibérations), de plans et chartes, de travaux spécifiques d'aménagement (reboisement, fonds de maintenance), de mise en place de commissions, et de recours aux médias.

Si les outils de type plans et chartes sont mentionnés en appui aux activités d'aménagement et de planification, la capacité locale d'élaboration de ces derniers reste nettement insuffisante voire inexistante. Plusieurs communautés rurales ont élaboré un POAS mais leur mise en œuvre pose d'énormes difficultés (cf. section 3.3.1.1). Aux dires de certains éleveurs de la communauté rurale de Mbane à vocation pastorale, qui dispose d'un POAS depuis 2003, l'agriculture continue de grignoter sur les parcours et entrave de plus en plus le mouvement des troupeaux.

La participation de plusieurs aménageurs à l'atelier a probablement été déterminante en faisant ressortir le rôle de la planification dans le développement territorial, de même que l'absence d'outils de prospective territoriale (notamment d'outils de modélisation). Nos entretiens avec des organismes impliqués dans l'aménagement du territoire (voir Seck, 2005) ont mené aux mêmes conclusions. Ceci a motivé le développement de GRAOUL qui est un

⁵³ GRAOUL (outil de Gouvernance Régionale pour l'Affectation Optimale des Usages du Lac), est aussi un mot Wolof signifiant « ce n'est pas grave », ce qui affirme l'idée que l'outil n'est pas normatif ni ne prétend prédire l'avenir, mais vient plutôt en appui à la discussion.

outil conçu pour sensibiliser les aménageurs et les populations aux problèmes potentiels de compétition pour l'espace, et pour venir en appui à la planification de l'aménagement de leur territoire.

3.3.2.3.2 Conception et implémentation

Objectifs

L'objectif de GRAOUL est de venir en appui aux exercices de prospective foncière en mettant en perspective les différentes trajectoires des usages de la terre (ou Mode d'Occupation des Sols) passés et futurs selon différents scénarios. Cet objectif coïncide avec l'objectif de la version 2 d'AIDA et les avancées de GRAOUL devraient donc pouvoir être capitalisées à cet effet.

Plateforme choisie

Il existe plusieurs plateformes permettant de faire de la prospective du Changement du Mode d'occupation des Sols (CMOS, acronyme anglais LUCC). L'outil CLUE-S (maintenant appelé Dyna-CLUE) qui utilise des données d'une petite région non agrégées spatialement, est particulièrement prometteur car il remplit le cahier des charges établi par les chercheurs dans la phase d'analyse des besoins. Il permet ainsi de traiter des principaux cas d'utilisation envisagés avec un minimum de données d'entrée, lesquelles peuvent notamment être acquises de manière participative. La plateforme n'est pas assez ergonomique pour permettre des simulations en temps réel, cependant les sorties du modèles pour les différents scénarii choisis peuvent être traduites sous forme de cartes qui sont alors analysées en atelier. Le modèle a été développé en deux temps : 1) modèle simplifié avec grandes catégories d'usage ; 2) modèle plus complexe. Nous avons obtenu la permission d'utiliser CLUE-S pour ce projet (Verburg, Veldkamp, et Espaldon, 2002 ; www.cluemodel.nl).

GRAOUL est donc un outil de type « central planner »⁵⁴ construit sur la plateforme de simulation CLUE-S qui permet de faire des simulations quantitatives du changement du MOS à l'échelle d'un petit territoire. Cela est fait en combinant déterminants tendanciels (régionaux et locaux), politiques foncières, et dynamiques locales du MOS. L'évolution du MOS, de même que des indicateurs choisis, peuvent être représentés spatialement via un SIG. Les acteurs contribuent indirectement au paramétrage du modèle (les paramètres et les valeurs de ceux-ci) pour diminuer l'effet « boîte noire ». Différents scénarii peuvent être définis et explorés en « temps réel » avec les acteurs, cependant la manipulation de l'outil relève du domaine des modélisateurs. Notons les grandes similitudes entre GRAOUL et les outils DS et Géonamica développés à la Réunion (cf partie 4.4.2.2 sur comparaison des outils Sénégal et Réunion).

Le modèle tient compte de l'organisation hiérarchique et du feedback des systèmes de MOS, c.à.d. permet d'intégrer des échelles spatiales multiples. Les déterminants de changement du MOS peuvent être de deux types : déterminant de l'amplitude du changement, et déterminants de l'endroit où a lieu le changement. La structure du modèle est statique, c'est-à-dire que le système de MOS dans la région est considéré comme stable et résilient pour la période de simulation, de telle sorte qu'un changement rapide des déterminants n'altère pas la structure

⁵⁴ Le modèle calcule la distribution optimale des terres pour la région, ce qui serait le point de vue d'un planificateur central (c.à.d. le « Meta Acteur MOS » de la Figure 49).

du système. La résolution spatiale doit être assez fine pour pouvoir représenter correctement les usages et générer des cartes lisibles. Suite à une demande régionale de terre, le modèle alloue les usages les plus probables aux cellules de la zone, de manière à satisfaire cette demande. Cette probabilité est calculée sur la base de l'aptitude de la terre (estimée statistiquement), mais aussi des transitions permises et des politiques foncières.

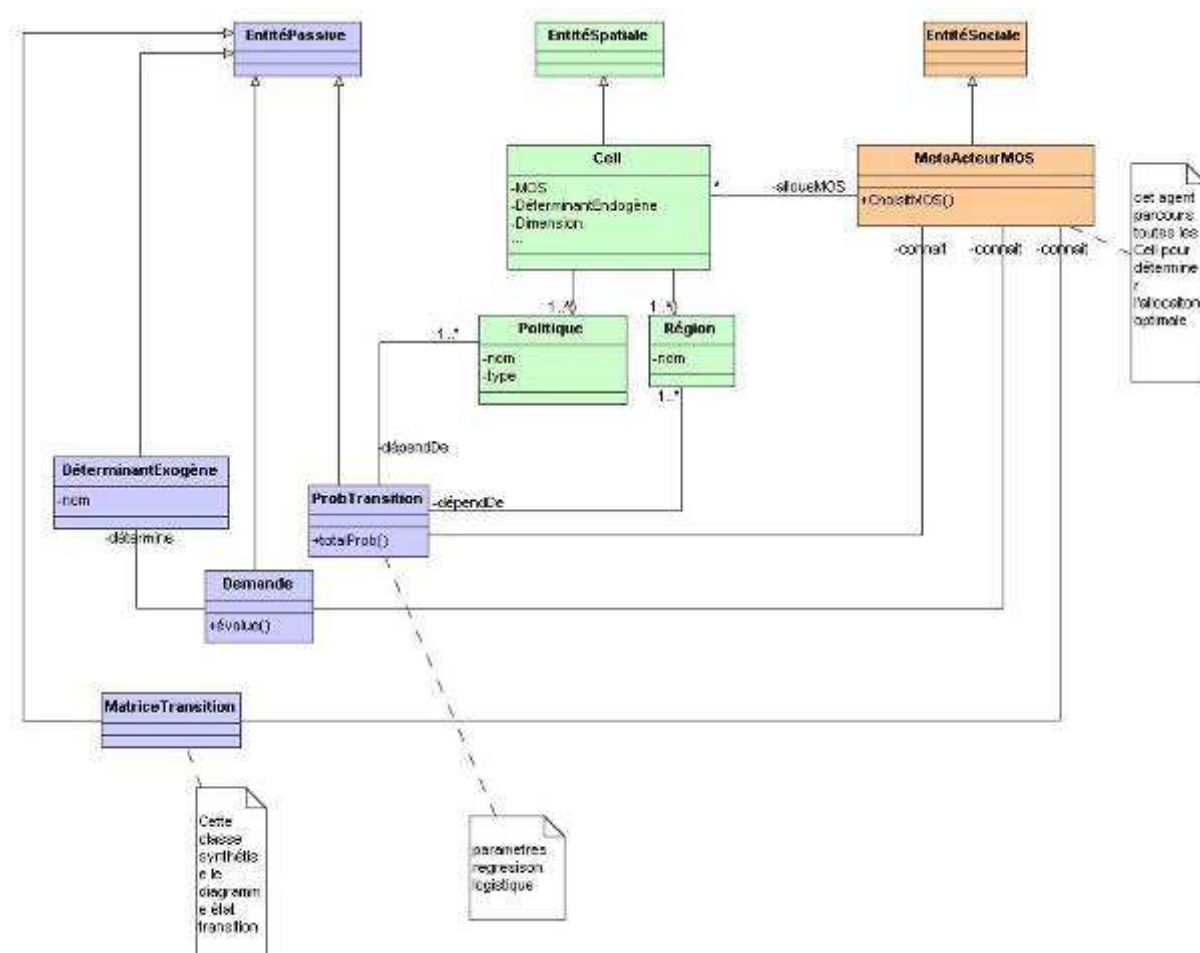


Figure 49 : Diagramme de classes de CLUE-S (selon la méta-ontologie de CORMAS)

L'interface de CLUE-S (Figure 50) et la structure des fichiers de paramètres sont primitifs et rigides. L'interface permet essentiellement de choisir différents scénarios, de modifier des paramètres, et de faire tourner les simulations. Toute l'analyse est faite à l'extérieur du programme à partir des fichiers de sortie. CLUE-S utilise des données SIG en entrée (pour les variables indépendantes et les politiques spatiales) et produit des fichiers SIG en sortie (une carte du MOS pour chaque pas de temps). Il n'existe pas de module de visualisation ou de module statistique, ce qui rend difficile l'interprétation des résultats en direct avec les acteurs.

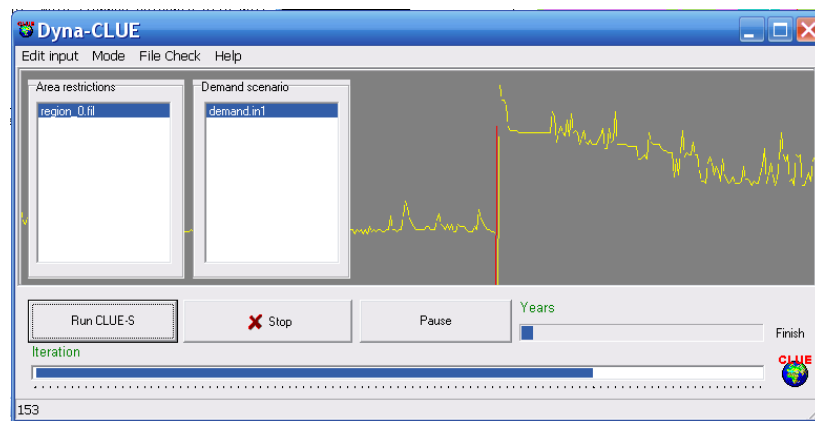


Figure 50 :Interface utilisateurs de CLUE-S

Nous avons donc automatisé la procédure d'analyse statistique (régressions logistiques et mesures ROC, calculs d'indicateurs, représentation graphique des cartes, etc..) avec de nombreux scripts sous SPLUS. Nous avons écrit un script en Python pour importer les fichiers SIG de sortie de CLUE-S dans ArcGIS 9.1, ce qui permet d'utiliser ce SIG comme plateforme de visualisation et d'analyse des résultats. S'ils sont efficaces et permettent de modifier le modèle et de faire des simulations quasi en temps réel, ces modules ne sont pas encore conviviaux.

Données d'entrée et paramétrisation

Les données qualitatives sur les tendances, les déterminants, l'aptitude de la terre, les transitions de MOS obtenues lors des entretiens ou des ateliers doivent être traduites en données quantitatives par les experts. La base de données SIG et la modélisation spatiale jouent un rôle critique à ce niveau.

Nous devons donc, par des allers-retours entre le terrain (entretiens, ateliers) et expert (exercice de traduction), fournir les informations suivantes au modèle :

- demande régionale de terre pour chaque usage (MOS) pour chaque pas de temps de la simulation ;
- élasticité des MOS ;
- transitions de MOS (dynamique) ;
- politiques foncières (transitions permises ou non) ;
- cartes des déterminants du changement de MOS (par exemple densité de population, distance à une route, etc.) – on peut fournir des déterminants qui évoluent au cours de la simulation (par exemple la construction d'une nouvelle route) ;
- paramètre pour tenir compte des effets de voisinage
- carte des régions pour lesquelles le MOS réagit différemment aux déterminants ;
- carte du MOS (passé pour la validation, actuel pour la prospective).

3.3.2.3.3 Tests, utilisation et maintenance

La mise en œuvre de la modélisation d'accompagnement avec l'outil GRAOUL se déroule en trois phases dont la première et la troisième se font lors d'ateliers avec le Comité Utilisateurs: 1) une phase de paramétrage participatif, où nous abordons la question du changement du MOS (ruptures, facteurs de changement, usages) ; 2) l'élaboration de proxys spatialisés des

variables indépendantes et la calibration du modèle ; 3) l'évaluation de l'équivalent en terre d'une demande régionale et l'exploration prospective selon divers scénarii (évolution de la demande, plans d'aménagement, POAS).

Nous avons testé GRAOUL sur la région du lac de Guiers, en partant du MOS de 2006 pour la calibration, avec les classes suivantes : savane, agriculture pluviale, périmètres irrigués (SAED), maraîchage, patate douce (culture et jachère), urbain, forêt. Les déterminants (variables indépendantes) choisis sont l'attractivité des villages, des campements et des villes (modèle gravitaire), les distances au lac et au fleuve (pondérées par l'altitude pour simuler l'effort lié à l'irrigation), la distance à l'usine de la CSS, l'aptitude des sols (basé sur une carte morphopédologique). La résolution spatiale est de 200x200m (soit 4 hectares, la taille typique d'un champ).

La Figure 51 donne les résultats de simulations sur 20 ans (2006-2025) pour une demande de terre (urbain et agricole) croissante. Cette situation correspond à un scénario simple où la pluviométrie se serait maintenue, maintenant la tendance démographique (3.5%/an), et où il y aurait une politique timide d'aménagement de périmètres irrigués et de développement de la canne (1%/an d'augmentation). On suppose aussi que pour la patate douce la gestion de la fertilité est celle qui se pratique actuellement (environ 5 ans de jachère), ce qui en fait une culture itinérante.

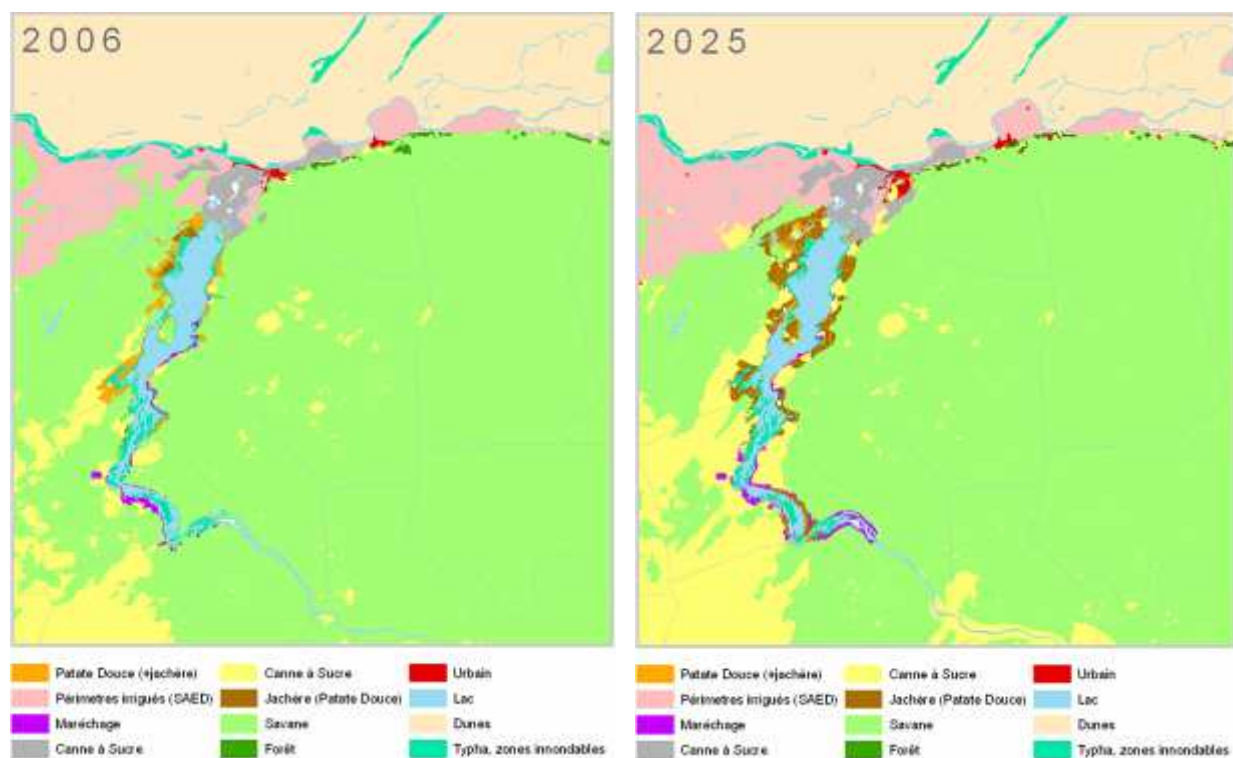


Figure 51 : Simulation de l'évolution du MOS avec l'outil GRAOUL, selon le scénario tendanciel (2006-2025). On note la « mise en valeur » des terres en bordure du lac par les exploitations de patate douce et le maraîchage, de même que la montée du front agricole qui ferme les terres de parcours (en bas à gauche de l'image).

Des indicateurs sont calculés à partir des données de MOS et d'autres données auxiliaires. Par exemple un indicateur grossier de la pollution du lac, $polTot(u)$, est estimé en tenant compte

de la distance au lac et de la pollution $poll(u)$ correspondant à chaque type d'usage u (Figure 52)

$$polTot(u) = \sum_{i,j} s \cdot pol(u) \cdot \exp(-d_{i,j} / D)$$

où $d_{i,j}$ est la distance au lac pondérée par le dénivelé entre le niveau du lac et la parcelle (i,j) , et s la surface de cette dernière. D correspond à la distance à la quelle la pollution au lac décroît de $1/e$.

La consommation en eau $consTot(u)$ dépend du besoin des cultures $cons(u)$ et de l'efficacité de l'irrigation $eff(u)$ et des pertes liées à la distance au lac:

$$consTot(u) = \sum_{i,j} s * cons(u) \cdot [eff(u) \cdot \exp(-d_{i,j} / D)]^{-1}$$

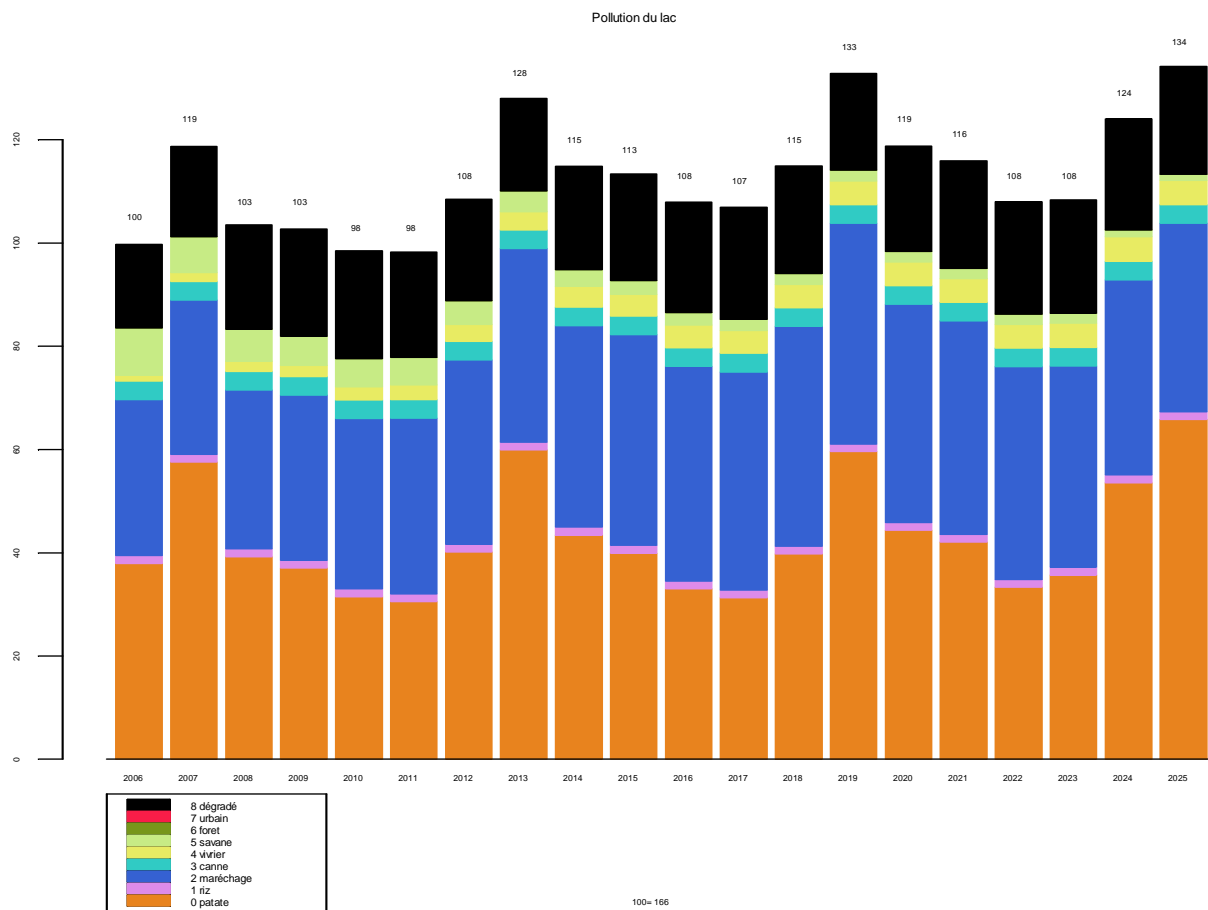


Figure 52 : Exemple d'indicateur estimé à partir des simulations (scénario tendanciel 2006-2025) : Pollution de l'eau du lac PolTot(u).

La validation de GRAOUL auprès des utilisateurs se fait à deux niveaux. D'abord au niveau du Comité Utilisateurs, pour introduire la prospective et en déterminer les conditions d'utilisation et la pertinence au niveau local. L'autre niveau concerne les acteurs « aménageurs » régionaux et nationaux.

3.3.2.4 Un modèle bioéconomique d'optimisation pour les exploitations agricole dans un contexte d'incertitude⁵⁵.

3.3.2.4.1 Analyse des besoins

Le besoin d'un modèle bioéconomique n'a pas été exprimé par les membres du Comité Utilisateurs, ni par la plupart des chercheurs de l'équipe DOMINO-Sénégal qui se focalisaient sur le foncier. Pourtant l'agriculture est l'activité principale de 70% de la population de la zone, elle se fait souvent sur des terres dont la tenure n'a pas été régularisée, et nous disposons de peu d'information sur comment elle est structurée, les revenus qu'elle génère, les intrants et la main d'œuvre dont elle dépend. Nous avons donc tenté d'anticiper sur le fait qu'un modèle SMA devra obligatoirement inclure l'exploitation agricole, et analysé l'exploitation agricole par le biais d'un modèle d'optimisation (Barbier, 2007). L'avantage d'un tel modèle est qu'il permet de tester *ex ante* les impacts possibles d'une politique ou d'un instrument sur les choix cultureux et techniques. Par exemple, on peut anticiper et évaluer quantitativement l'effet d'une politique environnementale en introduisant des contraintes environnementales dans le modèle. S'il permet au chercheur de mieux comprendre une activité dont il ignore souvent tout, le modèle est aussi très parlant pour un agriculteur et peut être une porte d'entrée intéressante pour la prospective. Nous n'avons cependant pas prévu d'utiliser ce modèle avec les membres du Comité Utilisateurs car nous ne voulons pas semer la confusion en les inondant de modèles ! Le modèle bioéconomique (outil **BioEcon**) permet donc de modéliser l'impact économique et environnemental des choix techniques et cultureux au sein de l'exploitation agricole, mais aussi de simuler l'impact d'une politique incitative ou restrictive. Comme « modèle prétexte » il permet aussi aux chercheurs de mieux comprendre le fonctionnement des exploitations et les problèmes que rencontrent les agriculteurs et les éleveurs pour mener à bien leur activité productrice. Finalement, il contribue à la réflexion sur la spéculation foncière en apportant des estimés quantitatifs de la valeur marginale de la terre.

3.3.2.4.2 Conception et Implémentation

Nous avons paramétré le modèle à partir de la typologie et de la caractérisation décrites dans la section 3.3.1.5, et avons exploré l'impact sur les choix cultureux et les revenus, d'un instrument destiné à réduire le risque climatique.

Le modèle bioéconomique est construit sur la plateforme de modélisation et d'optimisation GAMS (General Algebraic Modeling System). Dans un premier temps nous supposons que le producteur cherche à maximiser son revenu net sous différentes contraintes (c'est ce qui est ressorti de nos enquêtes). Le revenu net est le revenu provenant des ventes de la production agricole et des animaux, moins les charges agricoles et celles liées à l'élevage : coût des intrants, des infrastructures d'irrigation, des achats de nourriture, de la main d'œuvre (familiale ; salarié saisonnier ou journalier), de l'amortissement des équipements et le coût de la location de la terre. Les contraintes sont la terre, le travail, le capital, la consommation, la production et le risque climatique. De plus nous considérons trois types d'année en terme de production : bonne, moyenne et mauvaise, chacune ayant une probabilité donnée de se produire (par exemple en raison de la variabilité climatique). L'agriculteur a ou non la possibilité de suivre les recommandations d'un système de prédiction de la qualité de la

⁵⁵ Voir Diouf, Fall et Leclerc (2007) pour plus de détails.

saison (par exemple les prévisions climatiques). Les sorties du modèle, dont on analyse la variation selon les différents scénarios, sont : la surface par culture et par saison, le revenu par état de la nature, le revenu global, la production globale, le revenu minimal en période sèche, le capital disponible (pour l'agriculture), l'autoconsommation, les achats, la vente, et la location de terre, de même que la valeur marginale des terres (laquelle est en lien direct avec la spéculation foncière).

Une fonction maximise le revenu des activités agricoles pour une campagne, selon le type de saison multipliées par sa probabilité d'occurrence.

$$\sum_n pro_n \times z_n \equiv R$$

Avec $pro(n)$ la probabilité qu'une saison donnée se réalise et $z(n)$ le revenu global donné par :

$$\left(\sum_{c,s} px_{c,s,n} \times VE_{c,n} \right) - \left(px_{c,s,n,"11"} \times 1,3 \times AC_{c,n} \right) - \left(\sum_{c,z,s} cts_{c,s} + \sum_{ch,ir} c_{ch,ir} \times X_{c,z,s} \right) - \sum_{elv,ch,elv,ch} c_{elv,ch,elv} \times ubt_{ch} + \sum_{ch} r_{ch} - ct_{ouvr} \times res_{uth_{ouv}} - amt - 20000 \times \sum_{z,s} loc_{z,s} = z_n$$

c:cultures ; s:saisons ; n:nature de la saison ; 11:vente bord champ; z: zone de culture (waalo ou diéri, ; ch ir: charges d'irrigation ; elv:type de cheptel ; ch elv:charges de l'élevage ; amt: amortissement du matériel agricole ; uth ouv:nombre d'unité travail homme(UTH) pour un ouvrier salarié par campagne ; cts: coût des intrants ; X surface cultivée

$\left(\sum_{c,s} px_{c,s,n} \times VE_{c,n} \right)$: Somme des ventes sur la production

$\left(px_{c,s,n,"11"} \times 1,3 \times AC_{c,n} \right)$: Somme des achats de céréales pour la consommation

$\left(\sum_{c,z,s} cts_{c,s} + \sum_{ch,ir} c_{ch,ir} \times X_{c,z,s} \right)$: Total en intrants et en charges d'irrigation

$\sum_{elv,ch,elv,ch} c_{elv,ch,elv} \times ubt_{ch}$: Somme des charges liées à l'élevage

$\sum_{ch} r_{ch} - ct_{ouvr} \times res_{uth_{ouv}} - amt - 20000 \times \sum_{z,s} loc_{z,s}$: Revenu de l'élevage soustrait des charges liées à la main d'œuvre, à l'amortissement et à la location de terre

La contrainte terre stipule que la somme des superficies cultivées doit être inférieure à la somme des superficies disponibles et celles louées. Le modèle dispose de deux zones de culture : le *waalo* et le *diéri* et d'un choix limité de terres.

$$\sum_{c,s} X_{c,s} \leq dter(s) + loc_{z,s} \quad (2)$$

La contrainte de disponibilité de capital est importante pour les paysans les plus pauvres. Elle est surtout sévère en début de campagne quand les paysans doivent acheter des intrants.

$$\sum_{c,z,s} cts_{c,s} \bullet X_{c,z,s} \leq dcap \quad (3)$$

La contrainte de travail est forte lors de l'installation des cultures

$$\sum_{c,s} (w_{c,s} \bullet X_{c,s}) \leq dw \quad (4)$$

La contrainte de production stipule que la quantité produite doit être égale à l'autoconsommation et aux ventes

$$\sum_{z,s} rdt_{c,z,s,n} \times X_{c,z,s} = autocons_{c,n} + vente_{c,n} \quad (5)$$

La contrainte à la consommation prétend que la quantité de céréales consommées doit être supérieure à la quantité officiellement recommandée.

La contrainte de risque oblige le modèle à un revenu minimum même les années les plus sèches.

$$Z_n(n3) \geq r \min$$

Les prix de vente des produits agricoles dans la zone ont été obtenus à partir de données des marchés locaux et ajuster avec l'appui d'experts locaux. Ils varient suivant la nature de la saison et suivant le type de saison. D'après les théories microéconomiques sur l'offre et la demande sur le marché, les prix varient disproportionnellement à l'évolution de la quantité. Les rendements varient selon la nature de la saison. Ils diminuent naturellement quand la saison est mauvaise et moins en contre saison où l'agriculture se fait en condition irriguée. Les charges liées à l'irrigation sont très importantes et plus en cette période de hausse du prix du gasoil. Peu de producteurs utilisent des produits phytosanitaires. Les temps de travaux ont été élaborés sur la base du type de saison et des périodes de production les plus déterminantes.

On appellera n l'état de la nature avec respectivement n1, n2, n3, une bonne, une moyenne et une mauvaise année. Q fera référence à la prévision météorologique, avec respectivement q1, q2, et q3, les prévisions d'une bonne, d'une moyenne et d'une mauvaise année. Enfin q0 est la possibilité que q1, q2 et q3 soient égales.

3.3.2.4.3 Tests , utilisation et maintenance

Nous avons testé le modèle sur deux types de fermes : « Agriculture de rente/élevage sédentaire », et « agriculture vivrière/élevage sédentaire » (cf. section 3.3.1.5 pour le détail de ces types). Nous donnons ici les résultats correspondant à cette dernière.

Choix de cultures

L'agriculteur fait ses choix de culture selon la prévision, et on explore l'impact de ce choix selon que l'année est effectivement bonne, moyenne, ou mauvaise.

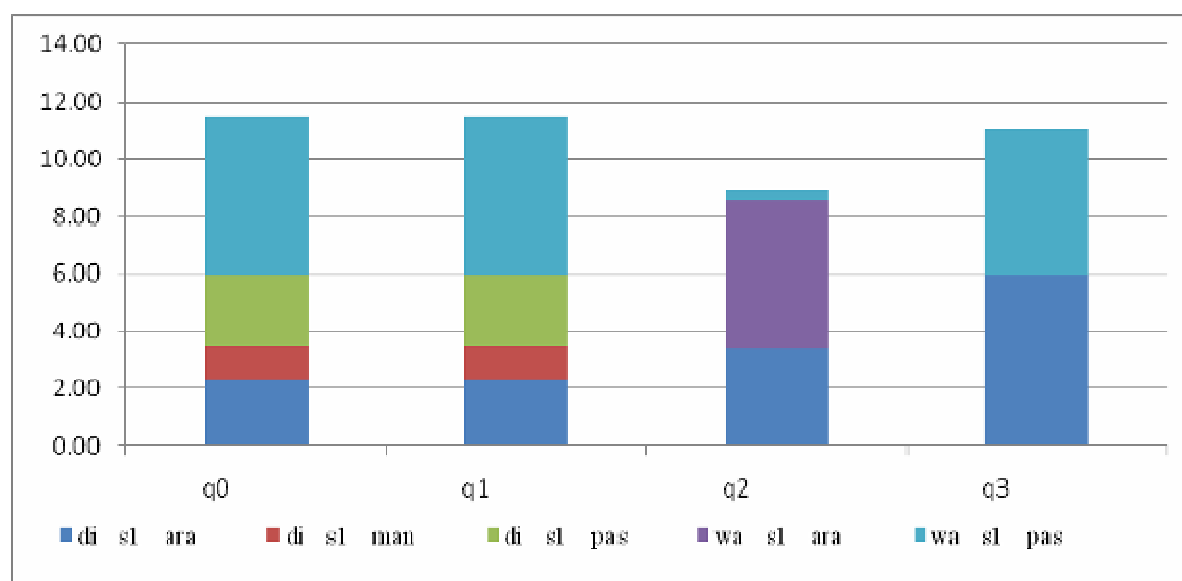


Figure 53 : Superficie des cultures emblavées (ha), type de sol et zone adaptés pour la ferme « vivrière élevage sédentaire », selon la prédiction (q0=pas de prédiction ; q1/q2/q3=bonne/moyenne/mauvaise pluviométrie). di/wa=diéri/waalo ; sl=saison des pluies ; ara/man/pas=arachide/manioc/pastèque ;

Les mêmes cultures devront être produites en bonne année et quand il n'y a pas de prévision. Il s'agit en grande partie de l'arachide en saison hivernale en zone *diéri*, suivi de la pastèque et du manioc dans la même saison en zone *diéri*. En année moyenne, le paysan sèmera de l'arachide en saison hivernale dans le *waalo*⁵⁶ et dans le *diéri*. Une petite superficie sera emblavée en pastèque. En année mauvaise, le paysan produira de la pastèque dans le *waalo* et de l'arachide dans le *diéri* en saison hivernale.

Revenu et intérêt économique de la prévision

Le revenu est maximal quand les prévisions sont conformes à celles de la météo. Si l'année est mauvaise, le paysan a un revenu assez faible quelque soit la prévision (Figure 54). Le revenu tiré de l'élevage est plus important quelque soit l'année. Le revenu agricole est plus important en bonne année, il diminue fortement en mauvaise année (Figure 55). Le paysan pourrait donc avoir un intérêt non négligeable à suivre les prévisions météorologiques.

⁵⁶ Par *waalo* nous entendons ici les terres potentiel irrigables et dotées de sols dek-dior (sablo-argileux).

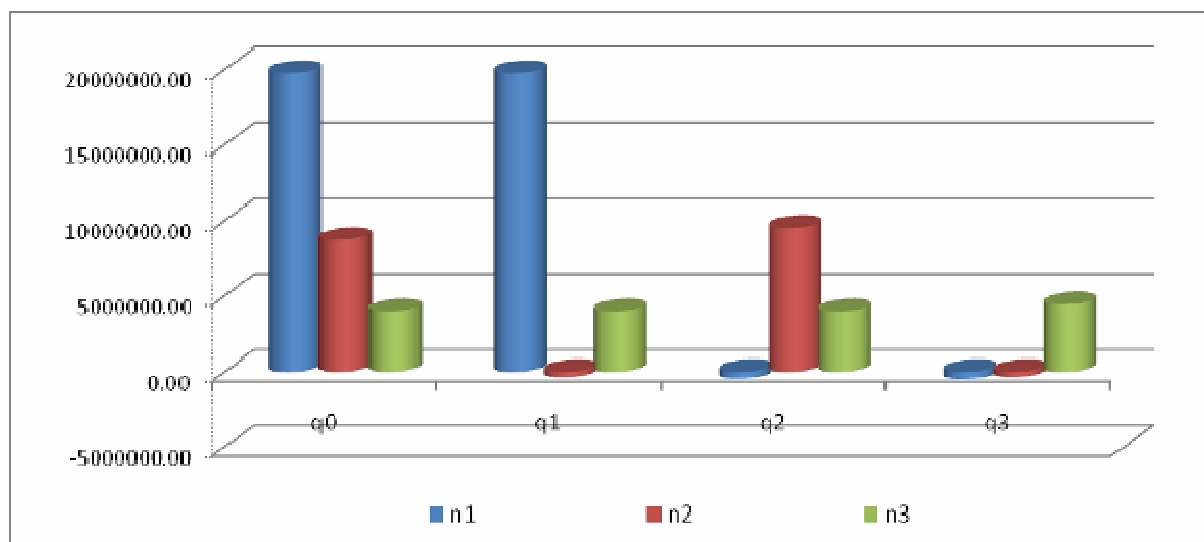


Figure 54 : Revenus potentiels(FCFA) selon la prévision climatique et l'état de la nature pour la ferme « vivrière élevage sédentaire »

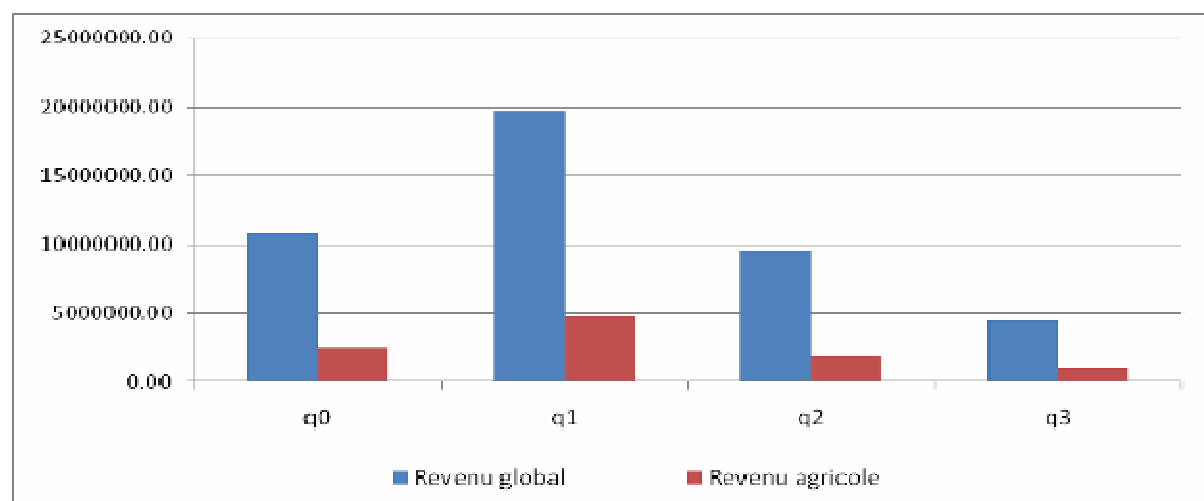


Figure 55 : Revenus potentiels selon la prévision climatique pour la ferme «vivrière élevage sédentaire »

Impact de la prévision sur l'autoconsommation, les ventes et les achats selon l'état de la nature.

- q0 : pas d'autoconsommation. Le paysan devra acheter du mil en n1 et en n2 ainsi que du niébé en n1.
- q1 : l'autoconsommation concernera le manioc et la pastèque en n2 et n3. Le mil sera acheté quelque soit la prévision.
- q2 : l'arachide en n2 et n3 sera autoconsommé. Le paysan achètera du mil en n et n2 ainsi que du niébé en n3.
- q3 : le paysan va auto consommer de l'arachide et de la pastèque en n1 et n2 et du niébé quelque soit la qualité de l'année.

Comme précédemment, tout le reste de la production sera vendu.

Valeur marginale de la terre et du travail :

La valeur de la terre est très importante dans le *waalo* (car la culture de contre saison est possible) et ce plus en bonne année. Les autres types de sol n'ayant pratiquement pas de valeur monétaire (Figure 56). La valeur marginale du travail (cout/travailleur/année) est respectivement de 80000, 230000, 75000 et 23000 FCFA pour q0, q1, q2, et q3, consistant essentiellement en temps de travaux.

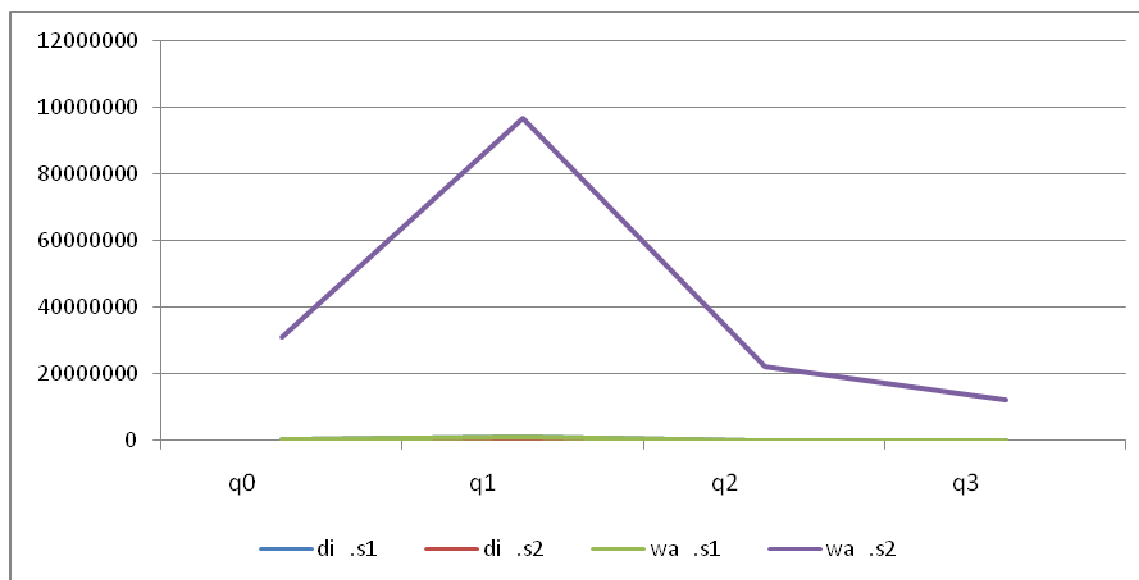


Figure 56 : Valeur marginale de la terre (FCFA/ha) pour la ferme vivrière élevage sédentaire

Les sorties du modèle nous ont permis de définir les éventuelles cultures qui pourront être les plus rentables ainsi que les zones adaptées selon les prévisions climatiques. Le modèle a été calibré pour deux systèmes de production mais devra être étendu aux autres types d'exploitation. Nous devons aussi tenir compte de la grande variabilité au sein même d'une même typologie de ferme : les surfaces emblavées, la main d'œuvre disponible, la taille du troupeau, varient du simple au décuple. Nous prévoyons de faire évoluer le modèle en tenant compte des contraintes environnementales comme la qualité de l'eau ou des terres. La même stratégie de communication que GRAOUL auprès des « acteurs aménageurs » sera suivie pour le modèle bioéconomique.

Si le modèle bioéconomique a piqué la curiosité de certains chercheurs de l'équipe, il n'a pas toutefois été suffisamment approprié et a été vu comme un exercice intéressant certes mais éloigné de la problématique de la procédure d'affectation des terres. L'animation autour de cet outil n'a peut-être pas été suffisante, ou bien est-ce que cela ne montre pas que la présence d'un agronome dans l'équipe aurait été nécessaire ?

3.3.2.5 AIDA : un modèle pour Analyser l' Impact des Décisions d'Affectation

3.3.2.5.1 Analyse des besoins

Déjà lors de l'atelier de lancement (voir 3.2.2.2), les participants soulevaient les problèmes liés à l'affectation et la désaffectation des terres et le besoin de mettre en œuvre les

instruments juridiques existants. De même la question de la transparence et des cas de clientélisme ont été évoqués de manière récurrente lors de nos entretiens avec les acteurs de la zone. C'est cependant lors de l'atelier 2, qui simulait une délibération du Conseil Rural, que les problèmes de gouvernance ont été le plus ouvertement discutés. En effet certaines dérives lors des débats, vers les aspects techniques (étude de faisabilité, d'impact, etc..) étaient utilisées comme prétexte pour permettre au Conseil Rural de repousser la délibération, notamment lorsque des étrangers (les éleveurs de Niassante) faisaient une demande⁵⁷. Les problèmes de la corruption, de la transparence, et de la clarification des procédures, ont été clairement soulevés, notamment lorsqu'un demandeur de terre a présenté une enveloppe au Conseil Rural pour motiver ce dernier à considérer sa demande, mais aussi lors des interventions des chefs de village souvent mis à l'écart des décisions. Cela a motivé le développement d'outils de médiation, de communication et de gouvernance portant sur la procédure d'affectation des terres à l'usage du Conseil Rural, notamment une base de donnée foncière (BDFoncier) et un outil (AIDA) permettant d'analyser les impacts des décisions d'affectation.

3.3.2.5.2 Conception et implémentation

Le développement de l'outil AIDA (Analyse des Impacts des Décisions d'Affectation) repose sur une démarche de conception classique en informatique auquel on ajoute le qualificatif « participatif »⁵⁸. Cet ajout est important car il réaffirme l'idée force de l'ingénierie des connaissances, c.à.d. qu'aucune phase de conception ne se fait sans associer les différents protagonistes (Bah, 2008). Nous nous inspirons des travaux de Martin et Odell (1996) qui ont décrit de manière détaillée l'organisation des sessions de participation à la conception. Cette démarche fait appel aux techniques d'enquêtes d'analyse de réseaux sociaux et de scénarii issues des sciences sociales. L'atelier 5 décrit dans la section 3.2.2.2 correspond à l'étape « analyse » de ce processus de conception participatif.

Afin de perturber *a minima* les interactions sociales entre acteurs de l'affectation, nous avons choisi de nous centrer sur les demandes d'affectation. Chaque demande fait l'objet d'une décision et chaque décision a un impact sur l'environnement et sur les équilibres sociopolitiques ou économiques. La simulation intervient pour révéler les conséquences des décisions d'affectation (Figure 57).

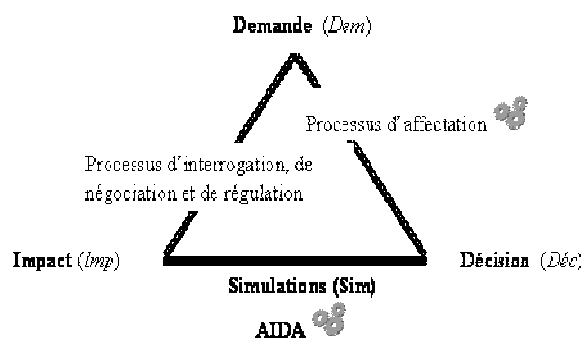


Figure 57 : Processus d'affectation et positionnement de AIDA.

⁵⁷ En principe seuls un résident de la communauté rurale a droit de se faire affecter une terre de la communauté rurale. Les conseils ruraux de la zone sont cependant plutôt ouverts aux investisseurs étrangers.

⁵⁸ DOMINO a donné l'occasion à l'un des chercheurs de l'équipe de mettre en œuvre et de valider la démarche de conception participative qui est l'objet de sa thèse (Bah, 2008).

Le modèle apparaît comme un outil de gestion de la ressource foncière et décrit les systèmes de production et les critères que se choisit le Conseil Rural pour la mise en valeur du foncier. Il doit pouvoir contribuer à l'élaboration d'une politique de l'affectation liée à la viabilité des différents systèmes de production. Il est en conséquence un outil de médiation entre les gestionnaires du foncier et les affectataires. Pour décrire la demande d'affectation, il y a lieu de caractériser 3 modules (acteurs, exploitation ou mise en valeur, processus d'affectation) puis de construire avec le Comité Utilisateurs et les conseils ruraux des scénarii d'usage et d'aménagement du territoire. Des détails de conception sont donnés dans Bah et al, 2007.

AIDA est un modèle agent programmé en Smalltalk et faisant appel à la plateforme CORMAS, ce qui permet une grande flexibilité d'implémentation et de représentation. Les utilisateurs ciblés sont d'abord le Conseil Rural et la sous préfecture, mais pourraient aussi intéresser les collectivités locales de niveau supérieur. La version 1 de l'outil, qui intègre les trois modules cités plus haut, est en cours de finalisation et sera validée durant le premier semestre 2008 avec le Comité Utilisateurs. Elle dispose d'une interface (en lien avec l'outil BDFoncier), permettant de positionner et de renseigner les demandes d'affectation individuelles sur une carte, de même que les différentes étapes du processus d'affectation, et ainsi de faciliter le débat et le suivi (Figure 58). La version 2, qui intègre un simulateur des impacts des décisions d'affectation de même qu'un simulateur de demandes d'affectation tenant compte des politiques foncières (en lien avec GRAOUL), sera testée au deuxième semestre de 2008 (

Figure 59). AIDA permet donc, en tant que SIG rudimentaire et convivial, à l'assistant(e) Conseil Rural d'inscrire et de positionner manuellement une demande d'affectation sur un fonds de carte (AIDA1). Le lien avec les bases de données comme BDFoncier est prévu. AIDA 2 permet de simuler, à partir d'une fonction de demande prédéfinie et une localisation aléatoire de celle-ci, et en fonction de contraintes spatiales sur les usages (zonage), la distribution spatiale des demandes futures.

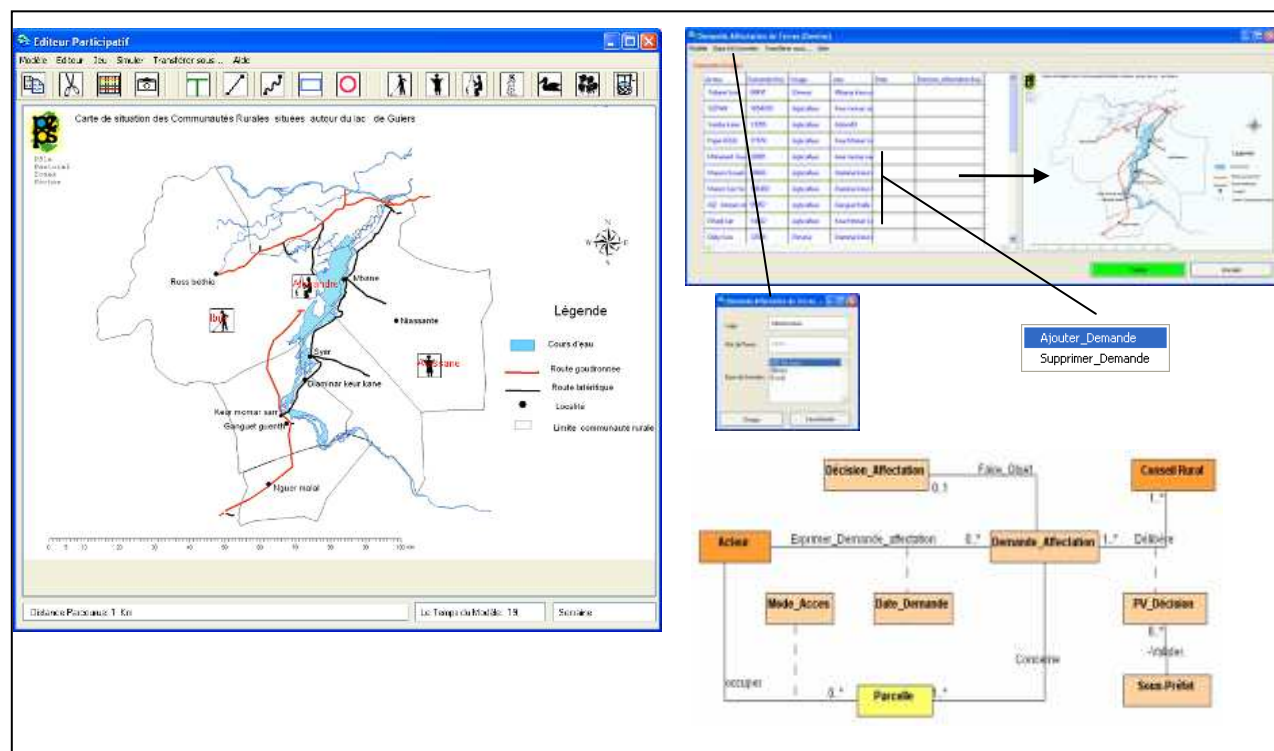


Figure 58 :Interfaces AIDA 1 et diagramme de classe synthétique « affectation».

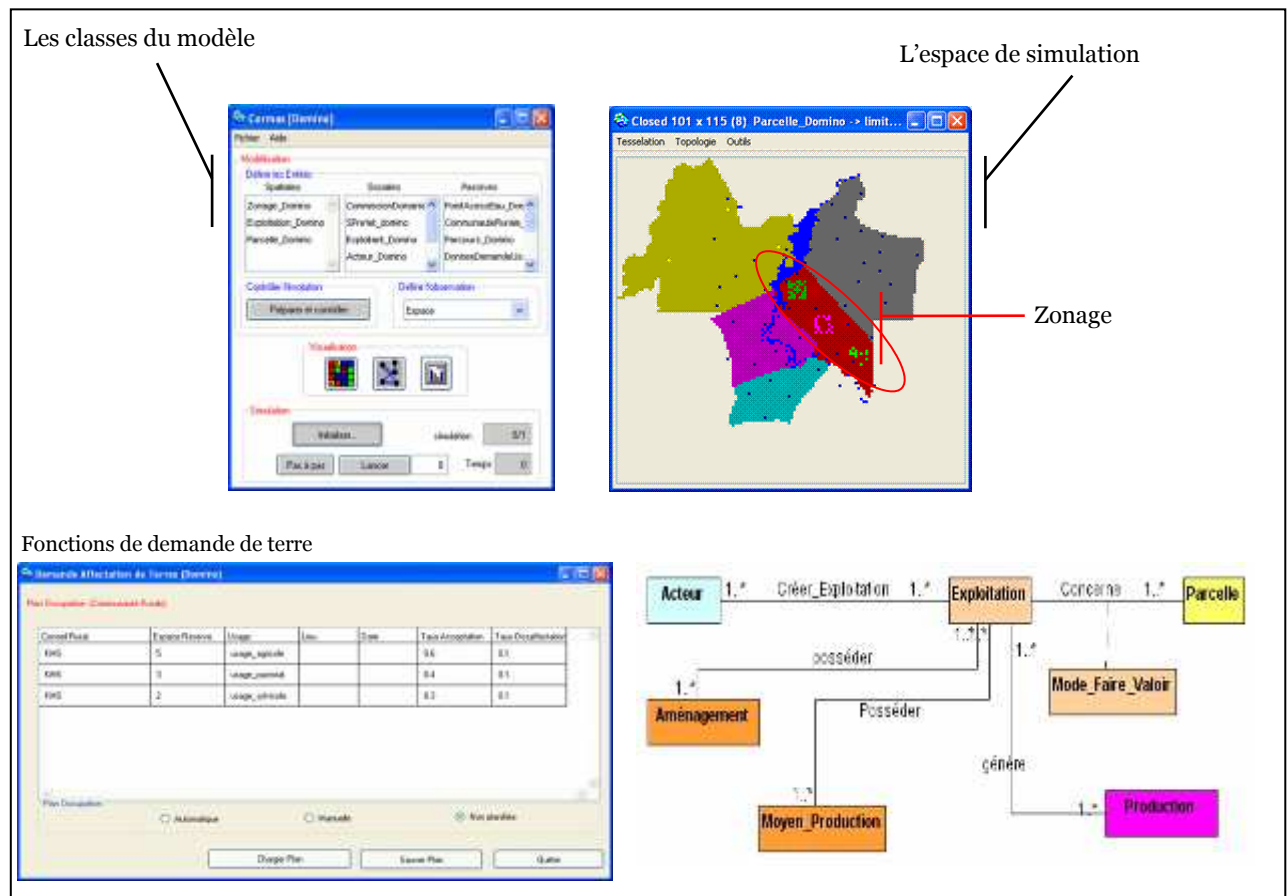


Figure 59 :Interfaces provisoires AIDA 2 et diagramme de classe « exploitation ».

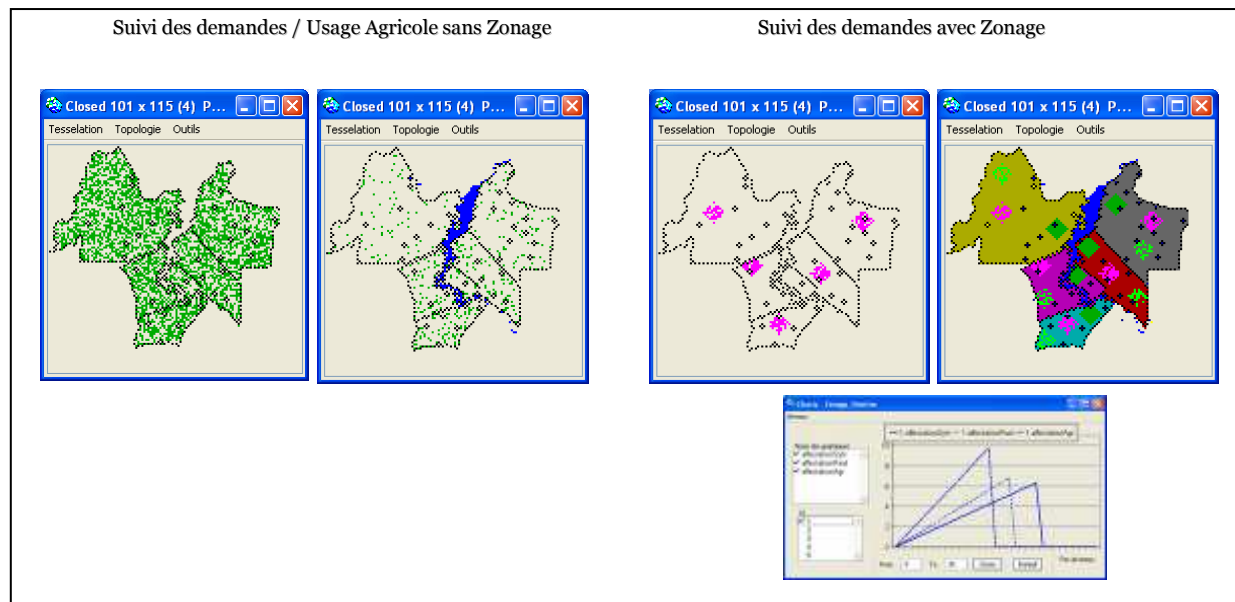


Figure 60 Un aperçu du simulateur : positionnement aléatoire de parcelles pour usage agricole ou élevage, avec ou sans zonage

3.3.2.5.3 Tests, utilisation et maintenance

AIDA devra être testé, au sein de l'équipe DOMINO-Sénégal, avec le Comité Utilisateurs et en situation réelle (délibération) avec un Conseil Rural.

3.3.2.6 Affectation optimale de terres selon les préférences des agro-pasteurs⁵⁹

3.3.2.6.1 Analyse des besoins

Pour aider notre réflexion sur les outils de modélisation nous avons développé, de manière ad-hoc, un modèle « prétexte » permettant d'appréhender le comportement des populations dans l'exploitation des terres du Lac de Guiers, pour réfléchir sur la conception d'une interface et d'un moteur de simulation. Nous avons ainsi produit un outil de simulation très simple, mettant en scène des acteurs dans un jeu d'association et d'exploitation de parcelles de terre.

3.3.2.6.2 Conception et implémentation

Nous décomposons l'espace du Lac de Guiers en parcelles unitaires, toutes étant supposées de taille égale. Chacune de ces parcelles possède une qualité de terre qui détermine la facilité à développer et à maintenir une activité donnée selon une qualité de saison donnée. Chaque type d'activité génère des revenus, en fonction de la taille de la parcelle exploitée.

On suppose qu'il y a e ethnies⁶⁰ dont nous devons modéliser le comportement tant du point de vue exploitation des terres, que du point de vue intérêt dans l'occupation des parcelles (c'est ce qui sera modélisé par le jeu des enchères). L'exploitation de la terre demandant de la main d'œuvre, nous allons devoir connaître la population $P(E)$ de chaque ethnie, ainsi que les relations liant chaque ethnie (mouvement de main d'œuvre possible).

Les objets du modèle

Parcelle : unité de terre qui sert de base à l'activité. Celle-ci donne lieu à des échanges, et dispose d'une localisation et d'une qualité qui lui est propre. Une fois assignée à un acteur, elle est associée à une activité qui agira directement sur la qualité (et la productivité de la terre). Une parcelle peut appartenir à l'état, ou à un propriétaire terrien. Elle peut être conservée ou prêtée. Les fonctions associées sont : *qualité, numéro, localisation, taille, appartenance, statut*.

Acteurs (Ethnies) : chaque acteur a pour but de survivre (autosuffisance), de faire des réserves, de faire de l'argent (moyens). En fonction de sa catégorie, l'acteur aura des préférences pour une activité bien spécifique, et en fonction de la parcelle obtenue, pourra développer cette activité. Ces préférences font parties de ce que l'on va appeler comportement économique de l'acteur. En cas de besoin, un acteur doit pouvoir faire appel à de la main d'œuvre, mais ceci sera conditionné par son comportement social. Pour le choix de la parcelle (et donc la hauteur de l'enchère), l'acteur est guidé par un choix économique (comportement

⁵⁹ Pour plus de détails voir Ickowicz (2006).

⁶⁰ Nous utilisons le terme Ethnie en raison de la forte association entre les activités à prédominance élevage et l'ethnie *Peul*, contre l'ethnie *Wolof* pour les systèmes à prédominance agricole.

économique) et un choix de mobilité (proximité de la parcelle et du lieu d'habitation). Les fonctions associées sont : *type, compeco, compsocio, moyens, nombre*.

Instance : si l'on décide que l'affectation des parcelles ne se fait pas par un système d'enchère classique, il nous faut décider de la façon dont les décisions d'affectation sont choisies. Pour cela, nous introduisons cette instance, dont le seul but est d'assigner les parcelles de terrain. Il existe plusieurs modes d'assignation. Tout d'abord, une parcelle peut-être obtenue par héritage, auquel cas elle est exploitée par l'acteur. Ensuite il est possible que certaines parcelles soient prêtées, et enfin, les autres affectations sont décidées par l'Etat. Dans notre modèle, l'instance affecte alors sans mise aux enchères les parcelles héritées et prêtées, et ne mettra en jeu que les parcelles dont l'Etat est responsable. La fonction associée est : *modaffec*.

Activité : sur chaque parcelle de terrain, l'acteur peut pratiquer une activité. Cette activité aura un but économique, mais influe directement sur la qualité de la parcelle. De même, une activité peut requérir une nombreuse main d'œuvre dont l'acteur doit tenir compte lorsqu'il choisit l'activité à développer. Une activité répond à un besoin de l'acteur, (comportement économique) et a un rendement qui dépend de la qualité de la terre. Les fonctions associées sont : *type, rendement, effectif, epuisementterre*.

Séquence des activités

Nous allons dans un premier temps considérer le déroulement des activités en deux étapes. La première s'appelle phase de transaction, et la seconde phase d'exploitation. La numérotation des phases est tout à fait subjective, et ne sert qu'à initialiser notre simulation. A la fin d'une phase, nous passons directement à l'autre phase. Ces étapes sont décomposables en étapes intermédiaires, qui servent à préciser les activités liées à chacune des phases.

Phase de transaction

Pour expliquer ce qui se déroule lors de cette phase de transaction, nous allons d'abord présenter les hypothèses que nous utilisons afin de mener notre modèle. Dans un premier temps, nous supposons que toutes les terres sont allouées par une instance gouvernementale, et ce pour une période de temps T_1 . A la fin de chaque période de temps, toutes les parcelles sont rendues à l'instance qui choisie de les redistribuer. La période d'allocation des parcelles sera notée T_2 . (On notera $T=T_1+T_2$ la période de temps totale, que nous appellerons désormais une saison). Pendant la période de transaction, nous voyons se dérouler les actions que nous définissons dans la suite. Tout d'abord, un listing de toutes les parcelles disponibles est effectué (certaines parcelles pouvant être envahies par les eaux, ou réquisitionnées par l'état, par exemple...). La qualité de toutes les parcelles disponibles est ensuite remise à jour, après la saison d'utilisation (on suppose la qualité de la parcelle constante pendant la saison). Puis le listing des acteurs et de leurs intérêts est actualisé. Enfin, l'instance assigne les parcelles aux acteurs. Nous pouvons alors passer à la phase d'exploitation.

Phase d'exploitation

Pour la phase d'exploitation, nous avons une étape de choix de l'activité, qui voit l'acteur décider de l'activité qu'il pratiquera sur la parcelle qui lui est allouée. Ensuite, en fonction de ce choix, il décide de recruter ou non de la main d'œuvre afin de satisfaire aux exigences d'exploitation. Une longue période est allouée à la mise en pratique du choix et de l'activité, et enfin, l'acteur utilise les ressources obtenues, pour survivre, faire des réserves, et/ou vendre

le surplus. Une fois l'activité choisie, nous connaissons donc le rendement de la parcelle, puis la main d'œuvre nécessaire à l'utilisation de la terre. L'acteur est maintenant fin prêt pour exploiter sa parcelle. A la fin de la période d'exploitation, l'acteur est en possession de ressources obtenues par l'utilisation de sa parcelle. Intervient maintenant une action d'utilisation des ressources. En sortie, nous obtenons les moyens dont dispose l'acteur pour la saison suivante. Nous pouvons maintenant passer à la phase de transaction.

Méthode d'assignation 3-D (optimisation combinatoire)

Nous supposons que nous avons 3 niveaux d'association. Dans le cas présent, nous cherchons à associer une parcelle, un acteur et une activité. L'association entre ces trois éléments se fait suivant l'optimisation d'une fonction de coût dont la définition est généralement l'œuvre la plus exigeante de cette méthode. Ainsi, il faut que cette fonction puisse définir la préférence d'un acteur pour une parcelle et une activité, sachant que l'algorithme que nous allons appliquer optimisera un contentement global des acteurs.

La définition de la fonction de coût est établie à l'aide des comportements spécifiques de chaque acteur, des spécificités techniques des parcelles, ainsi que des activités. Nous étudierons dans un premier temps une fonction d'association qui est définie comme le produit des fonctions d'associations simples assignant l'acteur à la parcelle, l'acteur à l'activité et l'activité à la parcelle. Ainsi nous avons comme fonction de coût :

$$a_{ijk} = a^1_{ij} a^2_{ik} a^3_{jk}$$

Nous définissons les fonctions d'associations spécifiques:

$$a^1_{ij} = f_1(Ce_i, Cs_i, b_i, n_i, q_j, t_j, a_j)$$

$$a^2_{ik} = f_2(Ce_i, Cs_i, b_i, n_i, R_k, e_k, a_k)$$

$$a^3_{jk} = f_3(q_j, t_j, R_k, e_k, a_k, Et_k)$$

L'optimisation de la répartition des ressources revient donc au problème d'optimisation suivant:

$$\min \sum_{ijk} \sum_i \sum_j \sum_k a_{ijk} \delta_{ijk}$$

sous les contraintes:

$$\sum_i \sum_j a_{ijk} = n_1 \quad \forall k$$

$$\sum_i \sum_k a_{ijk} = n_2 \quad \forall j$$

$$\sum_k \sum_j a_{ijk} = n_3 \quad \forall i$$

$$\delta_{ijk} \in \{0,1\}$$

L'algorithme de relaxation lagrangienne proposé pour la résolution suit la démarche suivante. Plutôt que de considérer les trois contraintes définies ci-dessus comme inviolables, nous allons relaxer l'une d'elles, ce qui nous permet de nous retrouver sur un problème d'affectation

2-D, que nous avons abordé au début du chapitre. Néanmoins, afin de ne pas perdre complètement la contrainte que nous avons relâchée, nous définissons un coût de violation de la contrainte. Si l'on décide de relâcher la première des contraintes, par exemple, on note alors u_{i_3} le vecteur des multiplicateurs de Lagrange définissant le coût de violation.

Par suite, le problème relaxé à un coût associé:

$$q(u) = \min \sum_{i_1=0}^{M_1} \sum_{i_2=0}^{M_2} \sum_{i_3=0}^{M_3} (c_{i_1 i_2 i_3} - u_{i_3}) z_{i_1 i_2 i_3} + \sum_{i_3=0}^{M_3} u_{i_3}$$

Nous cherchons alors le vecteur u_{i_3} qui minimise la fonctionnelle q définie ci-dessus. Nous l'obtenons par un algorithme du sous-gradient. Puis nous obtenons les affectations optimales sur les deux premiers scans. A partir de la solution optimale obtenue, nous résolvons un nouveau problème d'affectation 2-D par l'introduction de la contrainte jusqu'à présent ignorée. Nous obtenons une solution générale réalisable, qui nous permet de réactualiser les coûts de la relaxation lagrangienne. L'algorithme est itératif, et continu jusqu'à ce que la différence entre le coût q du problème relaxé et le coût v du problème non relaxé soit très faible.

Réalisation

Ce que nous avons tenté de produire avec ce logiciel est un outil d'aide à l'analyse et à la prise de décision dans les domaines touchants les systèmes SMA, et plus particulièrement son application à l'affectation des parcelles situées autour du Lac de Guiers, dans le nord du Sénégal. L'outil est implémenté sous Matlab. La Figure 61 montre quelques fenêtres de l'interface graphique de l'outil. L'utilisateur doit définir la taille des parcelles, remplir trois matrices d'association (préférences) et spécifier une variance dans les préférences des ethnies.

Les trois matrices servent directement dans l'assignation des parcelles aux activités et aux acteurs. En effet, chacune de ces matrices reflète la préférence que l'acteur peut donner aux activités ou aux types de parcelles. De même, la troisième matrice associe les parcelles aux activités. Pour chacune de ces trois matrices, un chiffre élevé signifiera une très forte attirance, et une probabilité assez forte d'affectation. A la fin de la simulation deux cartes sont enregistrées dans le répertoire courant. Elles représentent le lac de Guiers et sa région, découpés en parcelles. La première affecte une couleur différente à chaque type d'activité pratiquée, et la seconde à chaque type d'acteur exploitant la parcelle.

Nous pouvons distinguer deux méthodes pour remplir les valeurs des matrices et des variances des préférences. L'une repose sur une logique économique des acteurs, l'autre sur une logique probabiliste.

Logique économique

Cette approche peut être mise en œuvre directement avec les acteurs sur le terrain. Nous nous posons dans la situation où chaque acteur dispose de deux sommes d'argent égales. La première est à miser sur les parcelles, la deuxième sur les activités. Tous les acteurs doivent miser sur toutes les activités et toutes les parcelles. Puis nous faisons une moyenne sur les ethnies des acteurs pour les types de parcelle et les types d'activité. C'est-à-dire, que par exemple, nous conservons toutes les mises des *Peuls* pour l'activité agriculture. Nous obtenons alors un échantillon de valeurs. Nous faisons la moyenne de ces valeurs, et nous obtenons une valeur que nous pouvons mettre dans la case de matrice correspondante. Et ainsi de suite pour toutes les valeurs que nous cherchons à obtenir. Pour les variances des

comportements, nous conservons toutes les valeurs des mises d'une ethnie, puis nous calculons la variance de cet échantillon. Bien sûr, pour plus de rigueur, il faudrait différencier tous les types de variance, (par activité ou par parcelle) mais nous aspirons ici uniquement à faire une description grossière du comportement des acteurs de la région. Par la suite, ce défaut pourra être modifié en retouchant au code source assez simple.

Logique probabiliste

La deuxième solution préconisée se base sur une approche plus probabiliste du problème. Nous supposons en effet que les matrices que nous avons à remplir sont des matrices d'associations. Au lieu de définir une préférence, nous pouvons définir une probabilité de l'association de deux objets entre eux. Pour cela, deux solutions sont possibles. Soit nous définissons une vraisemblance théorique, auquel cas nous retomberions sur le modèle précédent, soit nous utilisons l'affectation de la période précédente afin d'obtenir des probabilités d'affectation empiriques. A la fin de chaque saison, ces probabilités seraient reactualisées. Par exemple, pour déterminer la probabilité d'association entre un *Peul* et l'agriculture, on regarde le nombre de *Peuls* faisant de l'agriculture, et l'on divise par le nombre total de *Peuls* pratiquant une activité. Le raisonnement pourrait être de diviser par le nombre total de parcelles vouées à l'agriculture, mais comme c'est le *Peul* qui choisit son activité, le sens de raisonnement choisi nous paraît plus approprié.

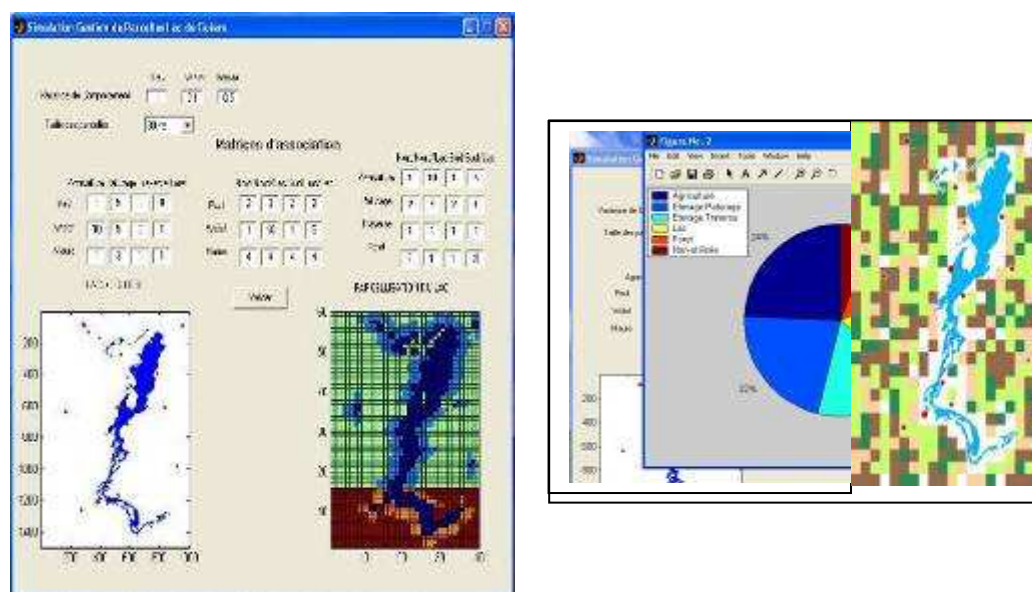


Figure 61: interface graphique du modèle (à gauche) et quelques résultats de simulation (à droite)

3.3.2.6.3 Tests, utilisation et maintenance

Ce premier essai a permis de vérifier la faisabilité d'une approche simplifiée pour obtenir l'allocation optimale des terres dans une région, où vivent des populations ayant une des distributions de préférences distinctes pour des terres de qualité variable⁶¹. Des paramètres clés ont été identifiés et peuvent être obtenus soit à partir de données historiques, soit via un jeu

⁶¹ Fait surprenant l'outil, même s'il a été conçu différemment, partage plusieurs caractéristiques de l'outil DS développé à La Réunion. Il est possible que les chercheurs ayant assisté à la présentation de DS à la Réunion aient été influencés et aient inconsciemment orienté cet outil selon une logique similaire.

avec les acteurs sur le terrain, et introduits dans le modèle via une interface graphique simple. Le modèle partage aussi de nombreuses similarités avec GRAOUL, mais propose un algorithme d'optimisation exact plutôt qu'itératif qui pourrait être repris par AIDA2.

Bien que le modèle soit améliorable à l'infini, il devrait permettre de débattre sur les liens entre les acteurs et la terre et les compromis nécessaires dans une situation de saturation foncière.

3.3.2.7 Conclusion

Les différents outils développés par DOMINO se complètent et s'alimentent mutuellement, soit du point de vue fonctionnel (entrées-sorties), thématique (économique, social/institutionnel, environnemental, et territorial), ou du point de vue de la gouvernance (légitimité et voix, direction, performance; imputabilité et transparence, équité et état de droit, capacité d'auto-organisation). La figure suivante résume la complémentarité fonctionnelle de ces outils⁶² en termes d'entrée/sorties et en lien avec les utilisateurs, et montre comment ces outils pourraient être amenés à contribuer à un outil unique, soit la version 2 de AIDA en cours de développement.

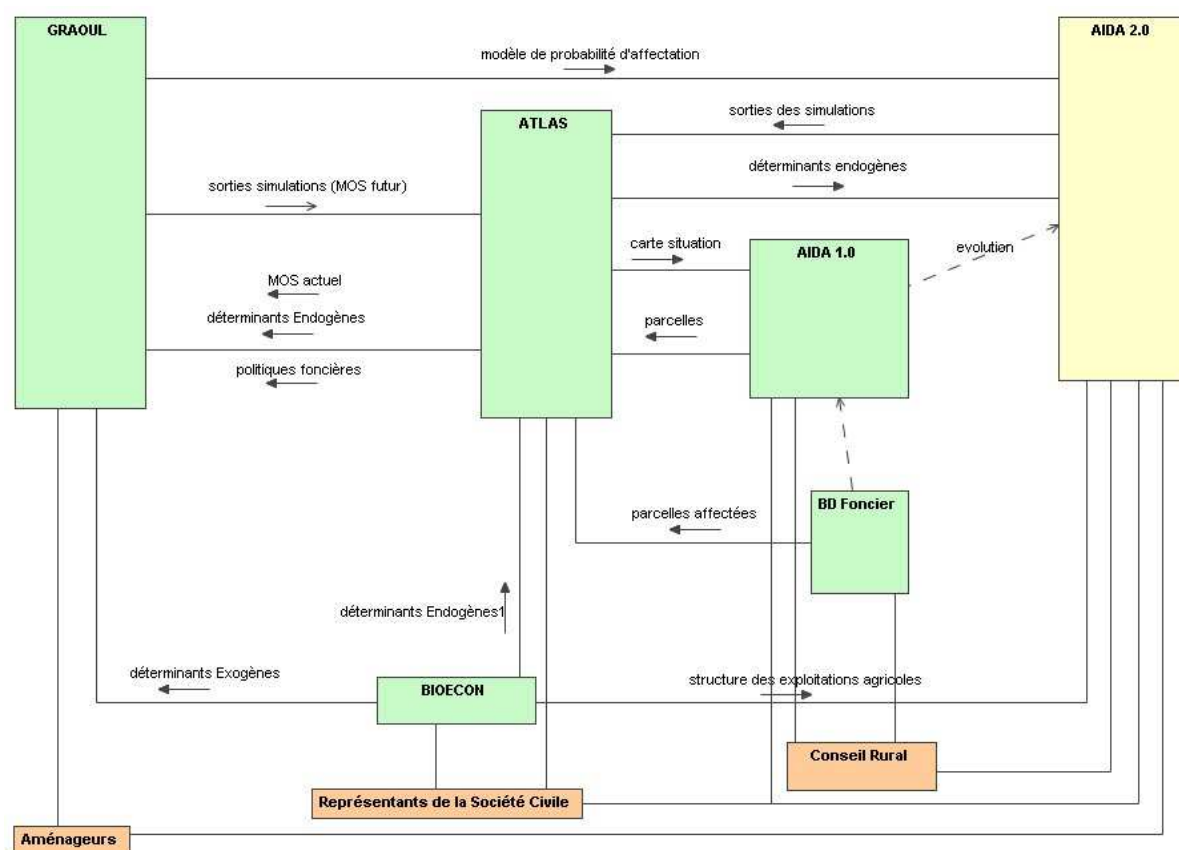


Figure 62 : flux entrées/sorties entre les principaux outils développés (en vert), et les principaux utilisateurs (en rouge).

⁶² L'outil développé par Ickowicz (section 3.3.2.6) n'est pas représenté car c'est un outil transitoire « prétexte » visant l'équipe de chercheurs et plus particulièrement les modélisateurs.

Fin décembre 2007 certains outils n'étaient pas tout à fait terminés ou validés par le Comité Utilisateurs. La collaboration avec ADD-Trans nous permettra aussi de mettre en œuvre une phase de transfert de certains outils qui n'était pas prévue dans DOMINO. Trois ateliers sont prévus pour cela en 2008.

L'atelier 6⁶³ consistera en un exercice de prospective régionale en utilisant l'atlas et les résultats de GRAOUL, de même que AIDA1. Prévu pour fin novembre 2007 il a dû être reporté en raison de problèmes de calendrier des chercheurs (en effet seul le coordonnateur était disponible). Il constitue une étape clé du projet car il s'agit de capitaliser l'essentiel du travail de modélisation réalisé par l'ATP et de préparer le relais vers les acteurs du développement. Un travail de prospective sera réalisé sur la base des résultats de GRAOUL, ce qui permettra d'obtenir des éléments de scénarisation pour la version 2 de AIDA. Ce travail sera capitalisé sous la forme de cartes de l'Atlas commentées par les acteurs. La version 1 de AIDA sera testée et validée avec les acteurs. Les modalités d'utilisation de ces outils seront alors discutées et une stratégie d'utilisation élaborée. Nous aurons alors les éléments nécessaires pour tirer toutes les leçons de cette expérience.

La question de la maintenance de l'Atlas et de la création de nouvelles cartes une fois le projet terminé sera abordée lors des ateliers suivants. Deux missions de validation de l'outil BDFoncier sont prévues pour 2008, avec le Conseil Rural de Yène et celui de Keur Momar Sarr. AIDA sera d'abord testé au sein de l'équipe DOMINO-Sénégal, puis avec l'assistante du Conseil Rural de Keur Momar Sarr. Puis celle-ci animera une simulation de délibération lors d'un atelier. Cela permettra de révéler des situations conflictuelles, d'inciter des cadres de dialogue et de négociation, et d'impulser l'appropriation des enjeux du développement de leur territoire. Lorsque AIDA sera stabilisé il sera possible de le mobiliser, de même que BDFoncier et GRAOUL, dans le cadre de notre collaboration avec le CSE sur la gouvernance locale en gestion décentralisée des ressources, mais aussi dans le cadre de l'élaboration ou du renouvellement des POAS de la zone. Nous souhaitons aussi le tester lors de séances réelles de délibération, mais il faudra que la demande provienne du Conseil Rural. Finalement nous espérons que les résultats de l'expérience AIDA enrichiront le débat pour la réforme foncière en cours. Une fois BDFoncier et AIDA validé par les conseils ruraux, ils seront présentés à la maison des Elus locaux et à l'agence d'informatique de l'Etat Sénégalais.

Certains partenaires de développement seront contactés pour discuter de l'utilisation de GRAOUL pour leurs pratiques. Le CSE, qui gère un projet sur la Gouvernance locale en gestion décentralisée des ressources naturelles (notamment dans le département de Dagana), est intéressé à collaborer avec nous pour leur deuxième phase. « **l'Office du Lac de Guiers** », une nouvelle structure chargée de réguler tout ce qui touche à l'eau du lac (DGPRE – Programme sectoriel eau ; programme pilote Habitat) devra notamment analyser (en tant qu'« expert » et lors d'audiences publiques) :

- le développement des activités agro-sylvo-pastorales, piscicoles, touristiques et de chasse, de navigation continentale ;
- la demande en eau potable des populations riveraines et voisines de la conduite AFG ; la demande en eau de l'agriculture irriguée et la pollution par les rejets agricoles
- la gestion foncière.

Le **Schéma d'Aménagement Durable** préconisé par la DAT vise à doter la zone du lac de Guiers d'un cadre prospectif cohérent de référence et de coordination des actions

⁶³ Post-scriptum : l'atelier 6 s'est déroulé du 5 au 7 mai 2008 à Richard Toll. L'outil AIDA n'a cependant pas pu être testé mais le sera vraisemblablement fin juin..

d'aménagement et de développement, selon une approche multisectorielle et spatiale. Ils prévoient de développer des infrastructures routières et électriques qui auront un impact important sur l'occupation des sols. En même temps, la volonté de développer une synergie et un partenariat entre les acteurs du développement dans la zone et de concrétiser la gestion intercommunautaire pourra s'appuyer sur l'outil. Le **Schéma d'Aménagement Régional** fait aussi partie des priorités des Agences Régionales de Développement de Louga et de Saint Louis et nous pourrions y contribuer. La **SAED**, elle, est déjà bien implantée dans la partie nord du lac (Région de Saint Louis) où elle a réalisé des aménagements agricoles et des POAS. Elle prévoit d'étendre l'opération aux communautés rurales de Keur Moumar Sar et de Mbane. La procédure d'élaboration des POAS est bien rodée mais il serait possible de tester GRAOUL dans ce contexte. En effet le processus POAS implique un diagnostic des différentes activités, des problèmes récurrents les plus prégnants et des propositions de solutions avec des outils tels que les systèmes d'information géographique ; enfin une délibération du Conseil Rural valide le plan, ce qui donne à ce dernier force de loi locale. Le plan présente les orientations, les vocations et la réglementation des activités agropastorales dans la communauté rurale. Le POAS est une affaire de la collectivité locale mais la SAED soutient par le biais des animateurs locaux qu'elle a formés. La SAED a aussi divers projets en perspective sur le foncier. Finalement nous allons vérifier l'intérêt de **POMVS** pour une prospective du MOS au niveau du bassin versant du fleuve Sénégal. Il sera aussi important de s'associer aux initiatives de prospective initiées par l'Etat Sénégalais. Nous prévoyons d'impliquer un membre de l'équipe de prospective agricole 2030 à notre prochain atelier, ce qui pourra peut-être ouvrir des perspectives de collaboration.

3.4 DISCUSSION ET PERSPECTIVES

Les études de contexte et les outils étant maintenant présentés, la discussion portera sur le processus de recherche-action et la boîte à outils. Les financements de l'ATP se sont terminés en 2007, mais certaines expériences sont encore en cours. Nous présentons donc en dernier point de cette partie les perspectives de DOMINO au Sénégal.

Le processus de recherche-action

Le partenariat scientifique a permis de mettre à jour les connaissances sur la région du lac de Guiers. Les informations recueillies et traitées ont montré une évolution récente des enjeux et des stratégies, dont nous rappelons quelques aspects ici. Il existait un déséquilibre législatif dans la prise en compte des activités pastorales par rapport aux activités agricoles, considérées comme les seuls modes de mise en valeur des terres affectées jusqu'à la loi agro-sylvo-pastorale de 2004. Aujourd'hui, nos études montrent que grâce à la décentralisation les éleveurs *Peuls* ayant investi les conseils ruraux se trouvent en bonne position pour maintenir leur emprise sur la terre, même si leur rapport à la terre s'en trouve modifié. Par ailleurs, les modalités pratiques d'affectation des terres que nous avons mis en évidence (méconnaissance du disponible foncier et de sa localisation par le Conseil Rural, poids des privés par rapport aux exploitations familiales, phénomène de clientélisme et de corruption, etc.) contribuent à la spéculation foncière sur les terres ayant un accès plus facile à la ressource en eau, donc celles situées du bord du lac jusqu'à quelques kilomètres de celui-ci. Vu que la désaffectation est apparemment impossible dans la pratique, on trouve de grandes surfaces affectées qui ne sont pas mises en valeur, l'affectataire (souvent un notable de la zone) campant sur ses terres en attendant un « étranger » qui soit prêt à en payer le droit d'usage. On note aussi que moins la terre est stratégique moins elle est sujette à une affectation, la sécurisation foncière passe alors

par les usages et le droit coutumier autorisant notamment le prêt, le don, et l'héritage. Dans la communauté rurale de Keur Momar Sarr 25% des affectations profitent à de gros exploitants privés « étrangers », ces affectations concernant les terres à proximité du lac, et leur nombre continue de croître (maintenant à un rythme de 2% par an). Nous sommes cependant loin d'avoir terminé d'exploiter et de valoriser les données collectées et les études réalisées.

Le projet aura aussi eu des effets sur la dynamique de recherche à l'UCAD et l'ENEA ; en effet les chercheurs impliqués dans le projet, et qui découvraient (ou redécouvraient) cette zone, continueront de s'y investir et d'y encadrer des étudiants. Un des chercheurs y a même trouvé le terrain pour sa thèse (Diop Gaye, 2008), alors qu'un autre a trouvé dans cette expérience l'opportunité de valider la démarche de conception participative qu'il décrit dans sa thèse (Bah, 2008),

L'expérience de recherche action a soulevé aussi certaines difficultés (Daré et al, 2008).

Une première difficulté concerne le choix des partenaires et celui de leur hétérogénéité tant au niveau de la discipline (pour les chercheurs) que de la légitimité (pour les acteurs locaux qui agissent en leur nom propre comme au nom du groupe qu'ils sont sensés représenter), ou des relations de pouvoir entre partenaires. Le partenariat scientifique a provoqué des remises en question disciplinaires et de posture et ainsi dérangé et provoqué des débats houleux. Au sein d'une même discipline des tensions ont pu apparaître, liées à une forme de compétition, à des écoles de pensée différentes, ou plus simplement à des personnalités différentes. Pour éviter les contentieux nous avons dû convenir d'une politique pour les publications conjointes, portant notamment sur la responsabilité que doit assumer chaque membre de l'équipe de produire chacun un article. Tout en partageant certaines caractéristiques du partenariat scientifique (légitimité, relations de pouvoir, remises en question et tensions) le partenariat terrain, lui, pose en plus la question de la légitimité de la « technologie sociale »⁶⁴ (Allan et Holland, 2007) adoptée, c'est-à-dire la légitimité du Comité Utilisateurs et de la démarche d'accompagnement de celui-ci. Il s'agit en effet d'être vigilants quant au pouvoir, même symbolique, qui est donné aux membres de ce comité, à la représentativité des membres, et à l'absence de certains acteurs importants (comme les ARD ou les agents des eaux et forêt et de l'élevage), mais aussi sur la mise à plat des hypothèses. Dans un autre ordre d'idée, le rapport à la modélisation pose la question de la capacité de chacun de se représenter schématiquement le système via des objets intermédiaires (spidergrams, tableaux à double entrée, cartes, outils informatiques, jeux de rôles, modèles conceptuels). Le projet a investi dans le renforcement des capacités tant au niveau des chercheurs que des membres du Comité Utilisateurs, en engageant un processus et veillant à sa continuité, mais les résultats sont encore insuffisants. Au 31 décembre 2007 on ne connaissait pas encore la réaction des membres du Comité Utilisateurs face à l'outil (ou la simulation) informatique. Enfin une dernière catégorie de problèmes concerne l'animation du partenariat et de l'adéquation des temporalités du projet avec celles des participants. La recherche de plages communes de disponibilité des chercheurs a sévèrement limité le temps dédié à la recherche interdisciplinaire et souvent retardé la mise en œuvre des ateliers, de même que le développement des outils. Les partenaires du terrain, cependant, étaient généralement disponibles aux dates proposées par les chercheurs, sauf en période de fêtes religieuses ou d'élections. Malgré ces problèmes de calendrier les ateliers ont pu se dérouler avec une participation importante des membres du Comité Utilisateurs (voir Figure 37).

⁶⁴ Allan et Holland font ici une analogie entre les objets intermédiaires ou techniques promus par les démarches participatives expérimentales, et les techniques agronomiques améliorées promues par les agents de vulgarisation.

La démarche expérimentale adoptée par DOMINO sur le terrain ouvre la voie à des questions d'ordre éthique, méthodologique et scientifique. Une analyse sociologique (Boutinot et al, 2007, 2008) a fait ressortir les forces et les limites de simulations qui tentent de reproduire une certaine forme de réalité. En contribuant à la posture critique centrale à la démarche ComMod cette analyse a fait ressortir certains risques et permis de réaliser certains ajustements chemin faisant. L'utilisation d'outils participatifs participe à une démarche d'apprentissage par l'action dans un cadre donné (l'atelier) et un partenariat local donné (les chercheurs et le Comité Utilisateurs), qui révèle en dernière instance une forte influence du contexte (autant au niveau des chercheurs qu'au niveau local) et une forte incertitude dans son fonctionnement. Les outils ont des limites et peuvent comporter les risques d'un usage inégal de l'information produite, autant à l'insu des chercheurs que des acteurs locaux. Alors que le Comité Utilisateurs joue en principe un rôle technique, il renvoie aussi à un potentiel de récupération sociale et politique ; malgré les garde-fous qu'il s'est imposé pour réduire la « violence symbolique » qui préside aux relations inégales⁶⁵ (Boutinot et Diouf, 2006), DOMINO pourrait contribuer à créer des attentes et de l'ambiguïté. De mieux cerner notre capacité à prendre en considération cette réalité pourra nous aider à construire un cadre de référence porteur pour des approches de gouvernance participative. Le regard sociologique extérieur sur ce cadre expérimental a donc permis de faire ressortir des formes d'objectivation des pratiques des acteurs et du chercheur, lesquels sont de plus en plus confrontés à des situations de recherche-action, et de mieux évaluer de l'efficacité et la portée des outils utilisés dans une démarche d'accompagnement.

La boîte à outils.

Nous avons identifié trois volets sur lesquels DOMINO pouvait apporter des éléments nouveaux pour l'aide à la gestion stratégique des territoires à différentes échelles : 1) la maîtrise des cartes ; 2) la localisation des affectations de terres et le suivi des décisions d'affectation ; 3) l'anticipation des changements d'usage des terres. Plusieurs outils ont été développés pour contribuer à ces trois volets. Certains outils jouent le rôle d'objet intermédiaire « prétexte » pour l'aide à la réflexion au sein de l'équipe de chercheurs (BioEcon, le modèle d'optimisation combinatoire). D'autres sont destinés à être utilisés par les acteurs, soit manipulés par eux (BDFoncier, AIDA, Atlas), soit avec l'aide d'un expert (GRAOUL). Ces outils sont amenés à évoluer, à se fusionner, ou à disparaître.

Pourquoi plusieurs outils ? A l'instar du « modèle jetable », qui sert à faire progresser la connaissance mais qui n'a pas vocation à perdurer comme tel, un outil peut être vu comme un objet intermédiaire qui peut servir à l'apprentissage, au partage de connaissances, ou à faire évoluer un autre outil. Dans ce cas il faut veiller à la cohérence de ces outils et des discours qu'ils véhiculent, particulièrement vis-à-vis des acteurs locaux.

Rappelons que la démarche adoptée par le projet implique l'interaction de chercheurs provenant de différentes disciplines, à l'écoute des préoccupations et des demandes (formalisées ou non) des acteurs de terrain. De plus, les dynamiques foncières relèvent autant sinon plus des dynamiques d'usage et du droit traditionnel que de la procédure légale d'affectation, chacun de ces systèmes ayant leur propre complexité. Cela entraîne diverses fonctionnalités, l'implication de différents utilisateurs à différents niveaux d'organisation, difficiles voire impossibles à intégrer dans un seul outil. De plus la traduction des demandes et préoccupations en termes d'outils de modélisation est un processus itératif et fortement

⁶⁵ La charte du Comité Utilisateurs visait notamment à atténuer ou prévenir certaines ambiguïtés.

influencé par l'expérience des chercheurs. En effet, en plus des contraintes liées à la temporalité du projet, le caractère technique de ce type d'outils impose des contraintes fortes sur sa mise en œuvre : les modélisateurs préféreront rester sur les technologies qu'ils dominent et hésiteront à s'aventurer sur des choix techniques qu'ils ne maîtrisent pas. La lenteur du processus de co-construction de nouveaux outils demande aussi d'anticiper sur les données qui seront éventuellement nécessaires et de démarrer à l'avance les études qui les produiront.

Une option aurait été, comme ça a été le cas à la Réunion, de faire un choix délibéré de mettre de côté certaines demandes des partenaires: par exemple nous aurions pu opter pour un seul outil, simple, à l'usage du Conseil Rural, comme la base de données sur les affectations (BDFoncier). Cela pourrait se justifier amplement si nous avions décidé de nous concentrer sur la procédure d'affectation et que nous souhaitions venir en appui à une institution jugée clé dans la procédure, soit le Conseil Rural. Cependant nous aurions alors délaissé les aspects des dynamiques d'usage s'opérant hors du Conseil Rural et de la procédure d'affectation, qui concernent la majorité des terres de la zone (notamment les terres non stratégiques). Une autre option aurait été l'outil universel, qui touche toutes les situations et tous les types d'utilisateurs, mais l'outil « usine à gaz » complet mais nécessitant des années d'étude avant d'être fini n'était pas concevable. Les choix stratégiques et tactiques s'opèrent donc entre ces deux extrêmes, le pragmatisme devant répondre aux contraintes fortes de la temporalité des projets. Au sein de l'équipe Sénégal, nous n'avons pas pu nous mettre d'accord sur l'option de développer un seul outil, qu'il soit simple ou complexe. La boîte à outils développée, qui comporte plusieurs outils relativement simples (comme ceux de la MARP), représenterait peut-être un « kit minimum » pour compléter les outils existants de la gestion du foncier à l'échelle d'un petit territoire⁶⁶.

Reste que fin décembre 2007 la plupart des outils, aussi simples soient-ils, ne sont ni tout à fait terminés ni véritablement testés. Trois ans auront été nécessaires pour faire émerger la demande, clarifier les enjeux, et terminer la co-construction d'une première version des outils, et la question des modalités d'utilisation de ces outils par les acteurs locaux est à peine ébauchée.

Perspectives

Le projet DOMINO a permis de faire avancer la réflexion sur le foncier et la gouvernance territoriale et environnementale, sur la qualité d'une démarche de recherche-action en partenariat, de même que sur le type d'outils utiles pour l'aide à la décision stratégique et la gestion des terres dans un contexte de décentralisation (Leclerc et al, 2008).

De par sa flexibilité et sa simplicité, l'approche de type boîte à outils semble la plus pratique et permet de rejoindre des utilisateurs à divers niveaux d'organisation. Nous avons identifié les principaux éléments d'un « kit minimum » d'outils pour accompagner l'aide à la décision en matière de gestion des terres à l'échelle d'un territoire. Il restera à valider ces outils avec le Comité Utilisateurs, mais surtout de les tester en situation réelle avec les acteurs locaux et les « acteurs aménageurs »: réalisation ou actualisation d'un PLD ou d'un POAS, délibération d'un Conseil Rural, plan d'aménagement du lac de Guiers, étude d'impact environnemental, participation à la réforme foncière en cours, etc. Ces questions, de même que les modalités d'utilisation des outils pour y répondre, devront être posées par les acteurs. L'enjeu est bien

⁶⁶ Au niveau régional les aménageurs disposent généralement d'outils classiques tels que les statistiques, les SIG, etc... mais pas d'outils de simulation.

là, et seul un partenariat étroit avec les acteurs du développement, au-delà du Comité Utilisateurs, permettra d'y faire face.

Le logiciel Cormas est une plateforme rapide de développement mais demande des compétences avérées en informatique dès que le modèle devient complexe. Les modèles développés sous CORMAS deviennent aussi très lents dès que le nombre de cellules spatiales dépasse 250000. Mimosa, une plateforme (et une démarche) de modélisation en cours de développement (<http://sourceforge.net/projects/mimosa>), devrait permettre de spécifier des formalismes adaptés (ontologies) et de modéliser rapidement un système sur la base de ces formalismes. Une telle plateforme pourra permettre le développement d'applications en temps réel, avec les utilisateurs.

Enfin notre expérience de recherche action suggère que la qualité d'un processus est déterminée par le capital social sur lequel il se construit. Ce capital social (Bourdieu, 1980) peut être préexistant (par exemple des chercheurs qui ont déjà travaillé ensemble, ou des acteurs d'une même communauté) ou bien construit par le biais du projet (c'est l'objectif implicite justifiant la création du Comité Utilisateurs, mais aussi celui des rencontres régulières provoquées pour réunir les chercheurs). Après trois ans le projet a de nombreuses perspectives de continuation, il serait donc envisageable de mettre en place une mesure des changements de capital social associée à ces suites. Allan et Holland (2007) proposent une méthode d'analyse du capital social basée sur une échelle empirique co-construite qui pourrait s'avérer fort utile pour le suivi-évaluation et de la stratégie partenariale que poursuivra le projet. Une autre voie (qui peut aussi contribuer à accroître ce capital social) serait d'améliorer l'efficacité du processus de recherche-action. La cartographie des incidences (EARL et al., 2001) conçoit les effets d'un projet comme étant des changements dans les comportements, les pratiques ou les actions des personnes, groupes ou organisations avec lesquels le projet interagit directement et qu'il cherche à influencer⁶⁷. Il s'agit donc de caractériser la chaîne de partenariats, en décrivant les changements souhaités pour chaque partenaire et à définir les stratégies visant à stimuler ces changements. Une autre option est issue d'une analyse des expériences de la « participation » par de nombreux chercheurs et praticiens. Il s'agit d'un cadre d'analyse d'une stratégie partenariale permettant l'explicitation des rôles et attentes des porteurs d'enjeu, en lien avec la dynamique des interactions. Cette méthode d'analyse est actuellement en phase de test sur de nombreux terrains (D'Aquino, 2008). D'autres éléments de construction d'une démarche qualité, inspirés de l'entreprise, sont esquissés par Daré et al, 2008.

⁶⁷ Voir aussi Thiam, 2007

4 APPROCHE GÉNÉRIQUE DE MODÉLISATION

4.1 INTRODUCTION

Après avoir décrit les résultats spécifiques aux sites Sénégal et Réunion, cette partie se focalise sur la plus-value scientifique liée à l'application sur les deux terrains d'une même démarche de modélisation d'accompagnement pour la problématique de l'affectation des terres.

La démarche d'accompagnement adoptée par DOMINO émane de réflexions initiées il y a une dizaine d'années (Bousquet, 1996), avec de premiers tests réalisés en 1998 et 1999 (d'Aquino et al., 2002, Barreteau et al., 2001), et une formalisation sous la forme d'une charte (Collectif ComMod, 2003). Si cette dernière a été interprétée pour des cas de figures très variés (que ce soit du fait de la thématique abordée ou du contexte socio-économique considéré⁶⁸), les pourtours exacts de sa mise en œuvre restent encore à définir. En traitant à la fois d'un site au Sénégal et un autre à la Réunion, l'ATP DOMINO a permis de questionner la robustesse d'une même démarche appliquée dans des contextes locaux très contrastés (cf. introductions et études de contexte des parties 2 et 3) et de déduire certains invariants des approches finalement suivies.

En 2006 DOMINO initiait une collaboration avec le projet ADD ComMod (<http://www.commod.org/add>), du programme fédérateur Agriculture et Développement Durable, dont l'objectif est de capitaliser plus largement les expériences de modélisation d'accompagnement menées au sein du collectif ComMod.. L'expérience DOMINO a été traitée dans ce cadre et les deux projets ont profité mutuellement des réflexions menées. Plus précisément, l'ATP traite de l'application de la démarche à des niveaux multiples (un des nouveaux axes de réflexion en modélisation d'accompagnement) et à la question spécifique d'affectation des terres. De son côté, le projet ADD pose les principes généraux d'évaluation de la démarche ce qui suppose notamment d'identifier les invariants de la mise en œuvre de la modélisation d'accompagnement par la comparaison de 32 études de cas. Les réflexions des sections 4.3.2 et 4.4.2 de ce chapitre sont en grande partie le fruit de cette collaboration.

La question générale de développement (à savoir l'affectation des terres impliquant des niveaux de gestion multiples) étant la même sur les deux terrains, nous avons également capitalisé transversalement sur la thématique de sécurisation foncière (cf. résultats présentés en section 4.3.3 et discussion associée en 4.4.1) et sur les outils développés (cf. résultats présentés en parties 4.3.3 et 4.3.4). Concernant le premier point, le projet propose un nouvel éclairage pluridisciplinaire (regard croisé de géographes, sociologues et juristes) aux changements sociaux associés au processus de décentralisation appliqué aux droits des acteurs établis sur le sol et les ressources qu'il supporte. Enfin le dernier point rejoint l'une des thématiques importantes de l'équipe GREEN à savoir le développement de plateforme générique de modélisation des systèmes complexes. D'une part, L'ATP a permis de revisiter la plateforme CORMAS (plateforme historique de l'équipe GREEN : <http://cormas.cirad.fr/>) afin d'y ajouter un module permettant de traiter les spécificités de la thématique d'affectation des terres. D'autre part, le travail prospectif d'étudiants et de chercheurs informaticiens du projet a contribué au développement de MIMOSA (Méthodes Informatiques de MODélisation et Simulation Agents : <http://sourceforge.net/projects/mimosa>), plateforme SMA multi-

⁶⁸ Voir des exemples sur www.commod.org

modèle et multi-formalisme. Enfin, les travaux menés sur le site Réunion ont été l'occasion de développer une nouvelle variante de la plateforme SMA de l'Université de la Réunion, Géamas-NG (cf. section 4.3.4.2) et de réfléchir à une capitalisation croisée des plateformes MIMOSA et Géamas-NG.

4.2 METHODOLOGIE

4.2.1 ANIMATION INTERSITE

L'animation intersite a été une préoccupation constante des coordonnateurs pendant le projet. Nous avons rapidement mis en place les dispositifs permettant à tous les chercheurs DOMINO de communiquer et d'échanger en continu. Les conférences Yahoo Messenger et Skype, le site Quickplace DOMINO (ce dernier devant aussi permettre aux membres de la direction scientifique d'interagir avec l'équipe), les visioconférences Sénégal-Réunion-métropole (préalablement à l'atelier commun de la Réunion) ou Métropole-Sénégal (pour le développement de Mimosa), et enfin des missions de chercheurs basés en France métropolitaine à la Réunion et/ou au Sénégal ont contribué à produire des avancées significatives et renforcer le dialogue entre les sites.

Une formation sur les formalismes UML/AGR s'est imposée en début de projet⁶⁹. Elle a permis aux chercheurs de chaque site, de même que les chercheurs de France métropolitaine de partir sur les mêmes bases, de mieux se connaître et de mieux connaître la problématique sur chacun des sites.

Avec le temps, cependant, nous avons dû revoir à la baisse nos ambitions sur la communication intersite virtuelle. Alors que les coordonnateurs tenaient des réunions Skype intersite régulières, les chercheurs des deux sites et de la Métropole n'ont interagit que lors des deux visioconférences, des ateliers, des missions des uns et des autres, et pour la rédaction d'articles. Le site Quickplace n'a pas que peu été utilisé. Ces efforts ont permis la construction d'un certain capital scientifique au sein des chercheurs des trois sites. A part la formation UML/AGR, les partenaires non chercheurs n'ont participé à aucun de ces échanges, ceux-ci étant le plus souvent focalisés sur la capitalisation scientifique des avancées du projet.

La Figure 63 schématise la démarche suivie sur les deux sites et montre (en rose) les éléments correspondant à l'animation intersite. Les flèches doubles correspondent à la communication virtuelle intersite (Skype, email, visioconférences), alors que les boîtes roses correspondent aux ateliers (les chercheurs des deux sites ayant alors l'occasion d'interagir en personne).

⁶⁹ Elle a été organisée grâce à l'appui de la DESI en Juillet 2005

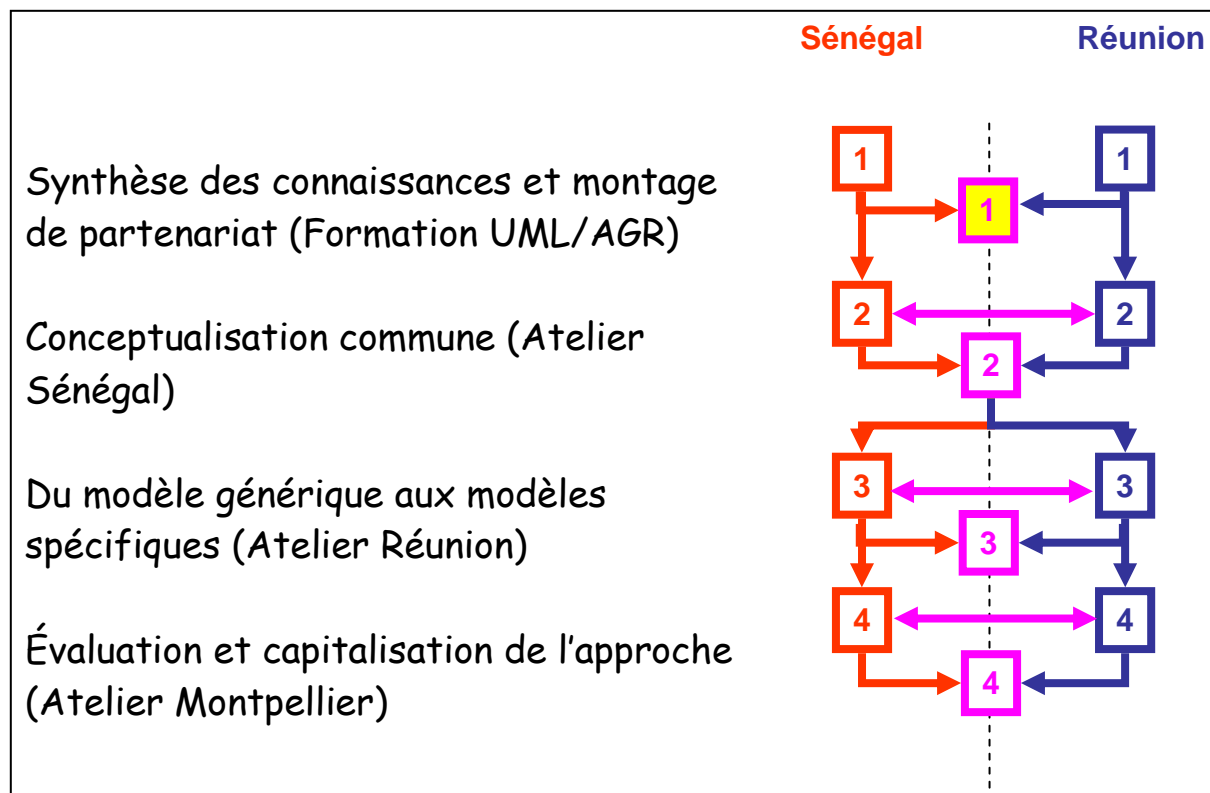


Figure 63 : synthèse de la démarche suivie sur les deux sites.

Légende : Les éléments en rose correspondent aux étapes demandant un travail de partage de connaissances et de construction commune entre les sites. L'étape 1 (boîte jaune) n'était pas initialement prévue.

4.3 RESULTATS

Comme sur chacun des terrains, nos résultats sont de trois types : (i) des avancées thématiques concernant la conceptualisation de notre thème de recherche, ce à quoi ont participé le lexique et le modèle conceptuel communs, (ii) des avancées méthodologiques en lien avec notre posture de modélisation d'accompagnement et enfin (iii) des avancées techniques du fait du développement ou du perfectionnement de plateformes SMA de modélisation.

4.3.1 LE LEXIQUE

La richesse de l'interdisciplinarité pour traiter des questions du foncier et de l'aménagement du territoire peut être un frein lorsque les différents partenaires ne parlent pas le même langage. Dans l'échange de point de vue, il est indispensable que le sens des termes employés par chacun soit bien compris par les autres sans aucune ambiguïté. Pour lever cette difficulté, il est vite apparu nécessaire aux membres de DOMINO de définir les termes d'un lexique commun. Déjà lors de l'atelier de conceptualisation (novembre 2005 à Dakar) les termes d'affectation, de parcelle, de foncier, de niveaux d'organisation se sont révélés porteurs d'une forte connotation locale qu'il a fallu éclaircir pour pouvoir monter en abstraction. La notion de partenariat a aussi dû être revisitée, non pas pour s'entendre sur le sens du terme mais surtout pour permettre d'analyser notre démarche de la même manière sur les deux sites. Cette étape peut être vue comme un premier niveau de conceptualisation de l'anthroposystème concerné par les processus d'affectation des terres. Les compréhensions et perceptions de

chacun vis-à-vis des termes clé permettant de décrire le système ont été exprimées, et pour chacun d'eux le groupe s'est mis d'accord sur une définition partagée valide pour le projet. Le lexique est présenté en annexe.

4.3.2 RETOUR SUR LA DEMARCHE DE MODELISATION COMMUNE

Revenons maintenant sur l'un des objectifs principaux de ce projet : la mise en œuvre d'une démarche de modélisation commune à nos deux sites. Il s'agit ici d'analyser à partir des diagrammes présentés aux sections 2.2 et 3.2. les points de convergence et de divergence afin d'identifier les éléments invariants à la démarche de modélisation développée sur chaque terrain. L'objectif est d'identifier ainsi les éléments génériques d'une démarche de modélisation traitant du foncier et de l'aménagement du territoire. Pour ce faire, cette section analyse rapidement le déroulement de chacune des phases du projet, pour ensuite se focaliser sur l'impact du contexte de modélisation sur l'application de la démarche.

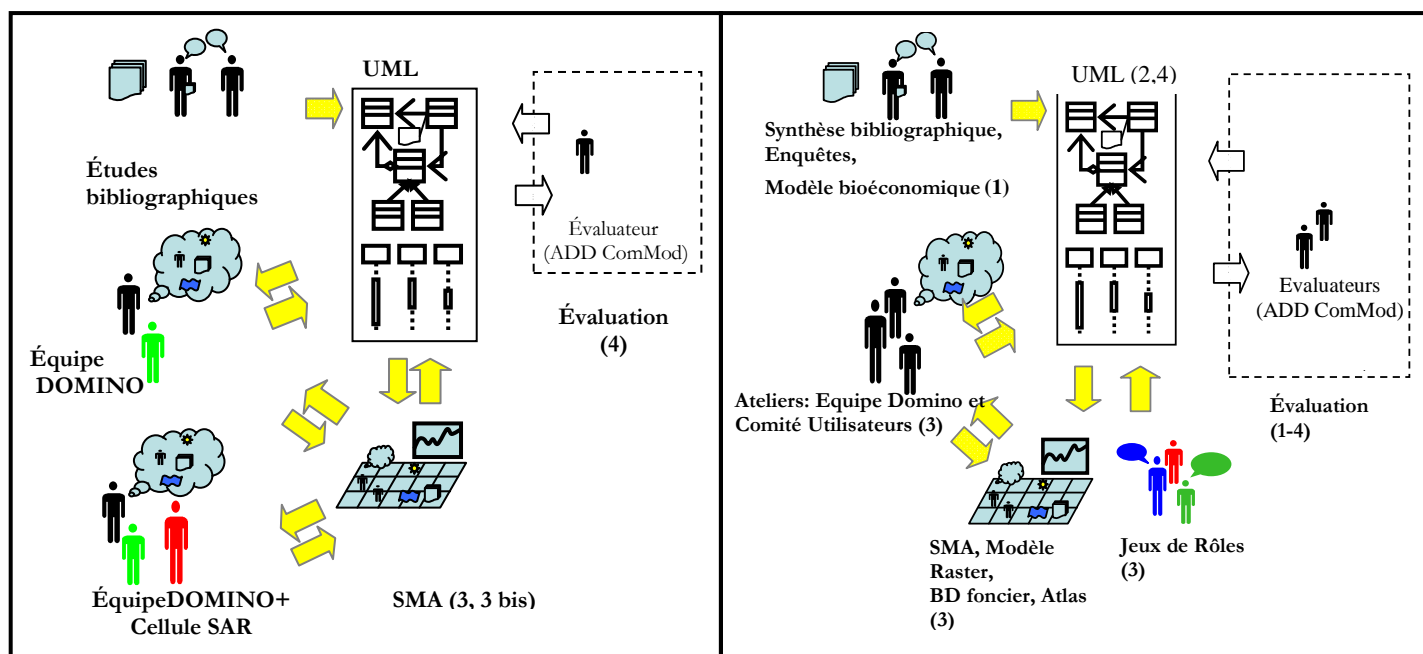


Figure 64 Démarche de modélisation à la Réunion (gauche) et au Sénégal (droite)

4.3.2.1 Analyse du séquençage des phases du projet

A la Réunion comme au Sénégal, la démarche de modélisation a démarré par la réalisation d'études de diagnostic, permettant de mieux connaître le contexte d'intervention. La collecte d'information s'est faite par des enquêtes directives ou semi-directives selon le type d'information à collecter. La technique de l'observation participante a été employée essentiellement à la Réunion en raison de la multiplicité de dispositifs actifs d'échange sur la thématique de l'aménagement du territoire. Au Sénégal, la construction d'un modèle bioéconomique a permis d'appréhender la complexité des systèmes de production de la zone d'intervention. Pour les deux sites, les premières enquêtes ont, en phase 3 dû être complétées par de nouvelles études spécifiques (exemple : l'analyse des impacts des décisions d'affectation au Sénégal ou l'analyse des documents réglementaires à la Réunion) et par la

mise en place d'outils de collecte d'informations moins classiques lors des sessions de jeux de rôles organisées au Sénégal.

La phase 2 de conceptualisation à l'aide du formalisme UML, passage obligé du processus d'échange sur les représentations en raison du choix du formalisme réalisé par les coordinateurs du projet, a été maintenue dans chacun des sites. Cependant elle a occupé un rôle important dans le dispositif sénégalais alors qu'elle est passée au second plan à la Réunion dès le début de l'année 2006. En effet, des tensions suscitées par l'évolution des modèles conceptuels à la suite du séminaire de Dakar fin 2005 et la volonté de l'ensemble de l'équipe Réunion d'utiliser directement le modèle implémenté comme support itératif de conceptualisation nous ont poussés à abandonner le formalisme UML. Néanmoins, une reconstruction du modèle conceptuel sous-jacent au modèle implémenté de DS-SAR a été réalisée dans la phase 4 de valorisation/capitalisation de la recherche. La question du modèle générique de l'affectation des terres aux deux sites est abordée dans la section 4.3.3.

La phase 3 d'implémentation bien qu'elle soit présente au Sénégal comme à la Réunion marque la différence majeure entre les deux sites. Evacuons d'emblée les outils pour nous concentrer ensuite sur la démarche. A la Réunion comme au Sénégal, on retrouve un modèle dynamique qui alloue les usages des terres selon une demande régionale (DS et GRAOUL), alimenté par un atlas cartographique. Ces modèles comblent une lacune chez les aménageurs : la possibilité de simuler l'évolution du MOS dans le cadre de scénarii prospectifs et avec une compétition sectorielle pour l'espace. La nécessité d'un atlas trouve également son origine première dans la problématique d'affectation des terres qui nécessite de spatialiser les informations. A la Réunion comme au Sénégal, certaines cartes de l'atlas ont ensuite été remobilisées voire redéfinies pour alimenter les différents scénarii prospectifs.

Au Sénégal, l'atlas est un outil de communication et permet notamment de présenter les résultats relativement abstraits des simulations d'une manière plus accessible aux acteurs locaux, mais c'est aussi un outil de gouvernance et de « counter mapping ». L'approche boîte à outils a semblé la plus pratique pour les développeurs car elle permettait de minimiser les différences de calendrier, de tenir compte des intérêts et des motivations des chercheurs, et de réduire l'effet des problèmes techniques. Afin de répondre au besoin d'outils de gouvernance, deux outils (BD Foncier et AIDA) en plus de l'atlas seront proposés pour traiter de la procédure d'affectation.

A la Réunion, l'atlas n'a pas eu de vie propre mais les cartes qui le constituent sont passées comme le modèle par deux phases de construction puis validation suivant les deux boucles ComMod (l'une au sein de l'équipe DOMINO l'autre avec la cellule SAR). Ceci illustre une fois de plus le fait que ces cartes servent de média aux représentations des participants au processus de modélisation et qu'une étape d'appropriation de ces données est nécessaire avant leur mise en interaction dans un modèle dynamique.

Notons que l'absence de jeu de rôles sur ce site résulte du choix des coordinateurs qui n'ont pas jugé le contexte pertinent pour ce type d'outils, et ceci pour la combinaison de plusieurs raisons. D'abord la mise en place d'un jeu de rôles est facilitée par une phase préalable de sensibilisation à cet outil d'animation pour qu'il ne soit pas considéré uniquement comme un moment ludique déconnecté du réel, et cette phase de sensibilisation nous a semblé trop longue à mettre en place au vu des dynamiques réunionnaises. Au Sénégal, plusieurs expériences avaient déjà été menées dont certains membres du comité utilisateurs avaient déjà eu connaissance. De plus, au moins une de ces expériences concernait la thématique de l'aménagement du territoire. Enfin, dans les autres expériences de modélisation d'accompagnement réalisées avec des élus (exemple de Nîmes Métropole - Bourgeois, 2006),

ce sont eux qui ont formulé une demande explicite aux chercheurs commodiens légitimant de fait l'emploi de cet outil particulier. Or à la Réunion, le Cirad n'avait avant DOMINO, ni la légitimité scientifique reconnue pour travailler sur l'aménagement du territoire, ni un socle hérité d'expériences communes avec les partenaires sur lequel capitaliser, et encore moins la légitimité d'une demande exprimée par la Région. Enfin, à l'inverse de la boîte à outils du Sénégal, ici un seul modèle a été développé. Ce dernier point met en évidence l'importance de l'impact du point de vue du ou des porteurs de projet sur la démarche suivie, point sur lequel nous reviendrons dans la partie suivante.

En ce qui concerne l'implication des partenaires politiques à la démarche d'implémentation des modèles, l'équipe DOMINO Réunion a d'abord construit un premier prototype avant de contacter la cellule SAR. Cette dernière est ensuite intervenue pour faire intégrer son point de vue dans le nouveau modèle implémenté dont elle a ensuite présenté les résultats de simulation dans l'arène publique qu'elle anime. Nous avons donc assisté à la Réunion (i) à un élargissement du partenariat - alors que le partenariat de cette phase d'implémentation est resté stabilisé au comité d'utilisateurs au Sénégal - et à (ii) un transfert partiel de l'animation de la démarche.

La phase 4 a vu la mise en place d'une procédure d'évaluation. Celle-ci a remplacé le comité de pilotage initialement prévu dans le projet. En effet, nos partenariats de terrain n'étaient pas suffisamment construits au début du projet pour permettre l'engagement des acteurs de développement pertinents dans un comité de pilotage. La réflexivité de notre activité de recherche impliquée était toutefois un point important de notre démarche. La collaboration avec le projet ADD ComMod nous a donné les moyens de mettre en place une évaluation de notre démarche sur chacun des terrains. Au Sénégal, une évaluation de l'ensemble des moments collectifs a été réalisée par M. Thiam, étudiant en sociologie qui a pu parfois être accompagné par une sociologue du Cirad (L. Boutinot). A la Réunion, les coûts trop élevés de mise en place d'une évaluation chemin-faisant du projet n'ont pas permis sa réalisation, mais une évaluation extérieure a cependant été faite par P. D'Aquino suivant le protocole ex-post de l'ADD, en juin 2007, soit 6 mois avant la fin officielle de l'ATP. Les résultats de ces deux évaluations, leurs intérêts mais également les difficultés à leur mise en œuvre sont présentés dans la partie 4.4.2.

4.3.2.2 Analyse de l'impact du contexte sur la démarche

Le contexte de la modélisation a joué un rôle déterminant dans la démarche suivie. A la Réunion comme au Sénégal plusieurs outils étaient et sont encore nécessaires afin de traiter les multiples questions des acteurs locaux (scientifiques et de développement) en lien avec les processus d'affectation des terres. Les variations de méthodologie, de nature ou de nombre d'outils développés entre les deux sites ne sont donc pas à rapprocher de la complexité de la thématique ou des acteurs concernés. Nous faisons l'hypothèse qu'il s'agit principalement d'une conséquence des différences de coordination locale de l'ATP (à la Réunion, elle a été assurée par un binôme sociologue et modélisatrice écologue, alors qu'au Sénégal, le coordinateur du projet est un modélisateur physicien) et de l'existence ou non d'un dispositif de planification territorial à accompagner.

A la Réunion, les échanges entre les coordinateurs ont permis de se construire une vision commune de l'objectif du projet à savoir une mise à disposition d'outils au service d'une démarche volontairement enchâssée dans les dynamiques sociales locales quitte à simplifier

drastiquement le système représenté. Cet objectif était envisageable dans les trois ans impartis du projet, car les collectivités locales de la Réunion étaient justement en pleine phase de révision de leurs schémas directeurs d'aménagement. De plus, afin de désamorcer les polémiques intrinsèques à cette thématique, l'équipe a choisi de privilégier une représentation partagée même si, de nouveau, celle-ci devenait simpliste par certains aspects, plutôt que des représentations multiples sans doute plus pertinentes pour chacun des acteurs pris séparément, mais dont les modalités d'une utilisation conjointe auraient été délicates. Même le modèle Métronamica-Réunion pourtant développé par un des chercheurs de l'équipe DOMINO-Réunion n'a pas été mobilisé dans le cadre de la révision du SAR par peur de confusion entre des outils qui, bien qu'ayant des hypothèses de modélisation différentes, présentent des indicateurs similaires. Du fait de ce même objectif, la prise en compte des dynamiques sociales de l'île a également été réduite à une traduction des stratégies spatiales de chaque type d'activité au lieu d'intégrer des stratégies d'acteurs à proprement parler. Ainsi le modèle DS ne valorise que peu les potentialités liées à sa nature de SMA. Enfin, l'équipe ayant impliqué des agents de développement au cœur même du dispositif de conceptualisation, ces derniers ont rapidement demandé à ce que ce travail soit opérationnel pour entrer au plus tôt dans l'arène politique. Cette position des agents de développement s'est trouvée en phase, non seulement avec les volontés propres des coordinateurs du projet mais également avec la structure des financements de la recherche au Cirad à la Réunion qui pousse à sa rapide opérationnalisation.

Alors qu'au Sénégal, l'équipe a été plus encline à développer des outils permettant de rendre compte de toujours plus d'éléments de la complexité du système. Le coordinateur a ainsi beaucoup insisté sur l'élaboration du modèle générique pour suivre au plus près la méthodologie initialement conçue. Il a en cela été encouragé par la dynamique des chercheurs de l'équipe DOMINO Sénégal qui ont soit réalisé de nombreuses études de contexte permettant d'alimenter les différents aspects du modèle conceptuel soit développé les aspects informatiques pour construire une plateforme capable d'intégrer au mieux les différents éléments du modèle. Ainsi, les chercheurs impliqués au Sénégal ont vu dans le projet DOMINO d'abord un dispositif de recherche permettant d'échanger entre eux sur un système complexe. La capacitation (*empowerment*) des acteurs locaux par acquisition de connaissances sur leur territoire et les modalités de gestion du foncier, semble avoir joué un rôle secondaire. Pourquoi ? Sans doute parce qu'il n'y a pas eu de dispositif précis de planification territoriale à accompagner. Le comité d'utilisateurs mis en place implique des acteurs locaux intervenant à différents niveaux dans les processus d'affectation des terres dans la zone d'étude. Mais l'objectif de ces utilisateurs n'a jamais été de construire ensemble un plan local de développement, car d'une part cette demande n'a pas été formulée par les acteurs, d'autre part nous ne nous sentions pas légitimes, en partie parce qu'il n'y avait pas de demande endogène initiale pour des outils de simulation, pour les pousser à s'engager dans une telle démarche. Des outils légaux existent. Ils sont peu nombreux et les acteurs locaux en ont une maîtrise faible. Aussi l'équipe DOMINO s'est-elle d'abord attachée à favoriser l'apprentissage technique, procédural, organisationnel et cognitif des membres du comité utilisateurs et des chercheurs, mais n'a pas encore trouvé de lieu, d'espace de concertation officiel permettant de rendre cet apprentissage opérationnel. Des outils relativement stabilisés en main, l'équipe DOMINO-Sénégal prévoit maintenant de passer à une phase opérationnelle proprement dite s'impliquant dans des actions concrètes de planification avec les acteurs du développement de la zone.

4.3.3 LE MODELE CONCEPTUEL COMMUN

L'exercice de conceptualisation générique a commencé après un an de projet lors d'un atelier commun au cours duquel ont été confrontés les modèles d'affectation du foncier réalisés sur chacun des sites (Modèles Conceptuels Spécifiques, MCS). Alors qu'à la Réunion l'équipe s'était efforcée à chercher d'emblée la genericité, l'équipe du Sénégal avait représenté une réalité plus détaillée mais aussi plus spécifique à leur cas d'étude. La mise en commun de ces MCS a ainsi demandé une montée en abstraction considérable et résulté en un premier Modèle Conceptuel Générique (MCG) prometteur mais encore incomplet (Botta, Daré et Leclerc, 2005a et 2005 b). Ce modèle devait alors être repris sur chacun des terrains dans la phase d'implémentation. Seul le site du Sénégal a capitalisé son développement de modèles à partir de ce MCG (notamment le volet spatial) en revisitant son MCS à partir de celui-ci mais aussi en testant une implémentation du MCG sous Cormas (voir section 4.3.4.1). Nous décrivons ici ce modèle et le processus (encore inachevé) suivi pour le valider sur des cas Sénégalais.

Principes théoriques du modèle

L'ontologie⁷⁰ construite à partir d'études de cas tient compte des multiples rôles et fonctions joués par les acteurs, de leur rationalité, et de leur relation avec l'espace. En projetant des questions de développement sur le système, on voit comment les multiples niveaux d'organisation émergent et se structurent. Le modèle obtenu rejoint la théorie du choix institutionnel rationnel d'Ostrom (1999).

L'analyse des cas Sénégalais nous a amené à devoir considérer certaines contraintes d'ordre individuel ou institutionnel :

(i) d'abord l'opportunisme des acteurs, leur capacité à cumuler les casquettes et à utiliser celles qui leur conviennent dans une situation (arène, projet) donnée, d'où une certaine rationalité institutionnelle et personnelle.

(ii) ensuite, la coexistence de droits dits traditionnels avec le droit moderne, l'importance de l'islam, de la famille, des castes, du politiquement correct, etc.

Ces différentes casquettes, ou appartenance institutionnelle au sens d'Ostrom⁷¹, renvoient à différents niveaux de gouvernance et d'action, et à différents liens avec le spatial. Ceci nous amène à devoir considérer des faisceaux de droits pour des registres différents et contextualisés. Les acteurs se rencontrent à l'occasion de projets, d'échanges marchands, de collaborations, autant de moments forts qui peuvent mener à de nouvelles institutions (selon Ostrom, un accord, contrat, étant une forme d'institution).

Le Modèle Conceptuel Générique

Le modèle conceptuel générique comporte quatre grandes classes, soit l'Acteur (celui qui fait l'action), l'Institution (les règles), l'Arène de l'action (l'espace étant un type d'arène), et l'Action située (une classe d'association liant l'acteur à l'arène). La figure 37 montre un diagramme de classes du modèle. L'acteur est au centre du modèle social. Il possède des

⁷⁰ Une **ontologie** est l'ensemble structuré des termes et concepts fondant le sens d'un champ d'informations. L'ontologie constitue en soi un modèle de données représentatif d'un ensemble de concepts dans un domaine, ainsi que les relations entre ces concepts. Elle est employée pour raisonner à propos des objets du domaine concerné.

⁷¹ Les concepts partagés utilisés dans des situations répétitives et organisés selon des règles, des normes, des stratégies

ressources (auxquelles il a accès ou qu'il contrôle) et appartient à plusieurs institutions (au sens d'Ostrom) : maraîcher, villageois, peulh, membre du conseil rural, etc. Le principe supérieur commun (au sens de Boltanski et Thévenot, 1991) auquel se réfère l'acteur dans une situation donnée permet d'explicitier sa rationalité. Les acteurs rencontrent d'autres acteurs dans des arènes. Chaque acteur entre dans l'arène avec un certain pouvoir, une offre et une demande, une stratégie, et l'ensemble des règles correspondant à ses multiples casquettes. La négociation/l'action produit alors un résultat qui peut être une nouvelle institution. Chaque acteur répond donc aux normes liées à ses institutions, mais il choisira celles qui lui conviennent dans une situation (arène) donnée, selon ce qu'il espère retirer de la règle choisie mais aussi ce que lui coûtera d'en enfreindre une autre (sanction). Le calcul de l'utilité économique est ici déterminant, de même que le mode de négociation à l'oeuvre⁷². On note que l'exploitation agricole peut être considérée comme une institution liant un ou plusieurs acteurs et la terre. Les divers travaux agricoles sont alors traités comme un type de règles (comportements) au sein de l'exploitation.

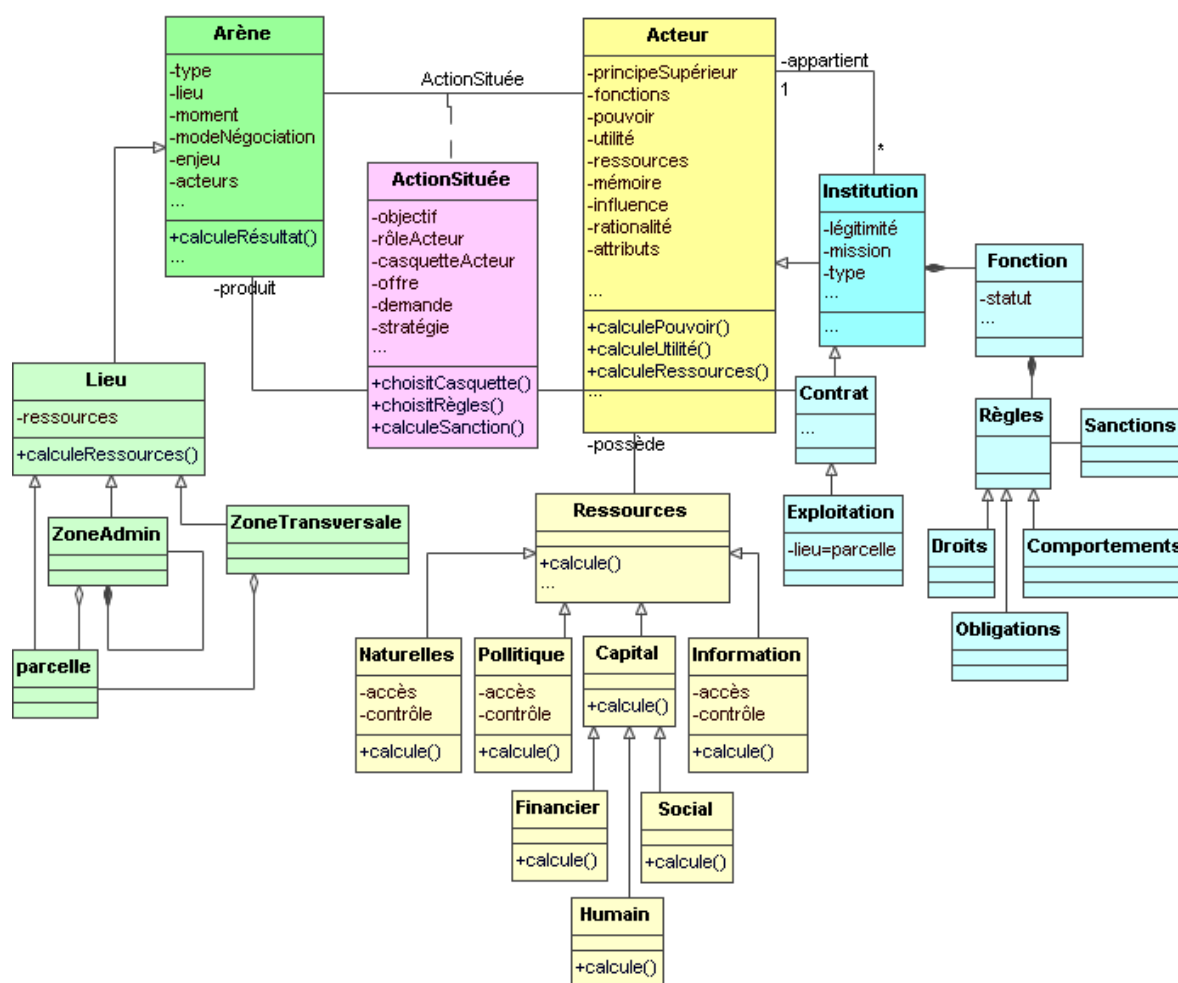


Figure 65 : le modèle conceptuel générique basé sur le cas Sénégalais.

Le modèle a été testé en l'utilisant comme grille de lecture de questions de recherche pour le cas Sénégalais : l'une sur le devenir des exploitations familiales, l'autre sur l'interaction agriculture-élevage. Dans les deux cas nous avons listé les acteurs (individus) et leurs

⁷² Il peut être extrêmement difficile de prévoir par le calcul le résultat d'une négociation. Dans le cadre d'une démarche ComMod, il serait possible d'arrêter la simulation lorsque les acteurs entrent dans l'arène, de laisser les acteurs jouer la négociation, d'inscrire le résultat et de poursuivre la simulation.

multiples appartenances institutionnelles, les règles correspondant à chaque institution, le lien avec la terre. Les interactions entre niveaux d'organisation émergent d'eux-mêmes par cette construction.

Le fait que l'exercice de modélisation générique n'ait pas été aussi valorisé que prévu est essentiellement dû au fait qu'une partie des chercheurs du projet n'en voyait pas l'intérêt. En effet la montée en abstraction nécessaire à la généricité génère de fait un modèle plus éloigné de la réalité de terrain et donc des considérations des gestionnaires. Néanmoins, ces mêmes chercheurs ont revu leur position en fin de projet lorsque la question de la capitalisation sur d'autres terrains des démarches et outils développés dans DOMINO s'est posée de façon plus prégnante.

Perspectives : vers une méta-ontologie⁷³ des politiques.

La conceptualisation générique des dynamiques d'affectation des terres sous-entend la définition d'une ontologie générique ou « méta-ontologie » des processus impliqués. Une première tentative de construction d'une méta-ontologie des processus d'affectation des terres en lien avec la protection de la biodiversité du point de vue de l'anthropologie du droit a été réalisée à la Réunion. La Figure 66 montre le résultat partiel obtenu pour une méta-ontologie de la gouvernance environnementale⁷⁴ réalisée au Sénégal. Cette méta-ontologie reprend des concepts de la précédente tentative de méta-ontologie de même que de plusieurs éléments du MCG développé au Sénégal.

Ces développements ont été réalisés sous la nouvelle plateforme de modélisation MIMOSA (cf. Section 4.3.4.3) dont la logique sous-entend la construction d'ontologie préalablement à tout développement de modèles implémentés. Lorsque MIMOSA sera opérationnel, (sans doute fin 2008), il sera envisageable de traduire directement cette ontologie en un modèle concret et ainsi répondre à l'un des enjeux de DOMINO. Nous montrons cependant dans la section suivante une tentative de traduction d'une partie du modèle générique sous Cormas.

⁷³ Organisation hiérarchique de la connaissance sur un ensemble d'objets par leur regroupement en sous-catégories suivant leurs caractéristiques essentielles. En informatique, une ontologie est un ensemble structuré de concepts. Les concepts sont organisés dans un graphe dont les relations peuvent être : a) des relations sémantiques ; b) des relations de composition et d'héritage (au sens objet). L'objectif premier d'une ontologie est de modéliser un ensemble de connaissances dans un domaine donné.

⁷⁴ Cette ontologie a été réalisée lors d'une mission de Jean-Pierre Müller au Sénégal en Octobre 2007. Pour le moment nous ne traitons que des catégories et des relations entre catégories.

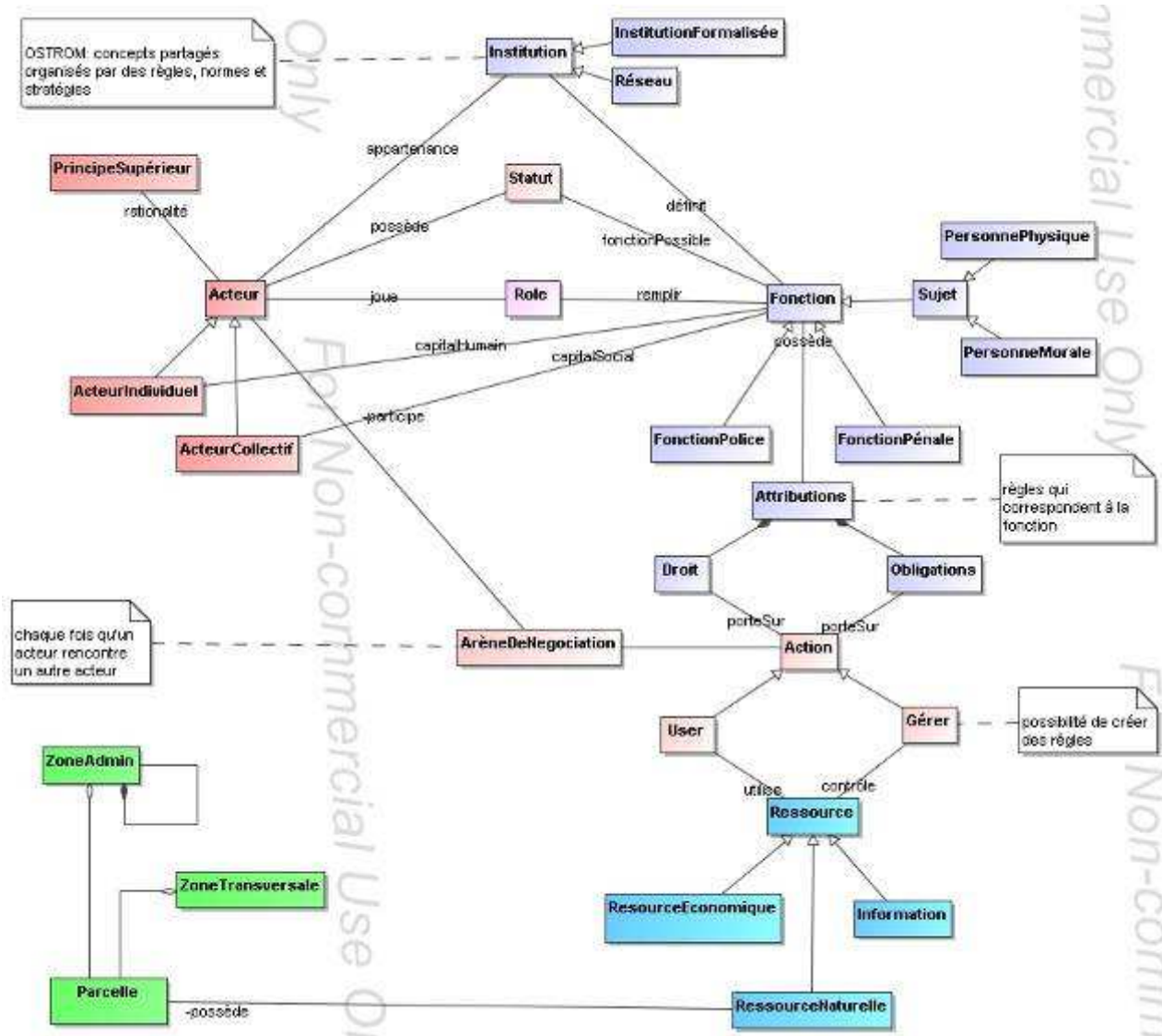


Figure 66 : une méta-ontologie de la gouvernance environnementale

4.3.4 LES PLATEFORMES INFORMATIQUES

Trois plateformes ont été mobilisées et en partie revisitées pendant le projet : Cormas, Geamas-NG et MIMOSA. Les deux premières sont des plateformes SMA relativement classiques, la dernière est une plateforme multi-formalismes et multi-modèles. Cette section revient sur les développements réalisés dans le cadre de DOMINO.

4.3.4.1 Un modèle générique sous Cormas.

Cormas utilise une méta-ontologie particulière qui articule des concepts comme les entités spatiales, sociales et passives, les points de vue, les sondes, les cellules, etc. Les modèles développés doivent donc traduire leur ontologie propre dans les termes de cette méta-ontologie. La grande diversité des systèmes modélisés sous cette plateforme montre bien que cette méta-ontologie est particulièrement adaptée pour traiter d'une grande diversité de situations en gestion des ressources naturelles (cf. <http://cormas.cirad.fr/>). Cependant, Cormas présente certaines limites dont le besoin de compétences affirmées en programmation lors de la mise en œuvre d'un modèle complexe et la difficulté d'initialiser les modèles avec de

nombreux agents (par exemple issus d'une base de données d'enquêtes ou de plusieurs couches SIG). L'implémentation du MCG (section 4.3.3) sous Cormas a été l'occasion, d'une part, d'explorer la possibilité de raffiner la méta-ontologie de Cormas pour pouvoir programmer des modèles relevant de questions foncières plus rapidement et plus facilement, et, d'autre part, de pallier les limites précédemment citées via l'amélioration de l'interface d'initialisation.

Les améliorations de la meta-ontologie Cormas

La partie spatiale du MCG (voir figure 37) spécifie la parcelle comme le concept spatial le plus élémentaire. Ainsi les zones transversales et les zones administratives seront définies comme des ensembles de parcelles. Les zones administratives sont hiérarchiques : une zone administrative se divise en sous zones administratives, et est elle-même une sous-zone d'une zone de niveau supérieur. Dans le cas du Sénégal, les zones administratives se déclinent en régions, départements, arrondissements et communautés rurales. Les zones transversales correspondent à des espaces qui ne sont pas définis ou définissables en termes de zones administratives. La figure suivante montre comment le MCG spatial a été traduite selon la méta-ontologie de Cormas⁷⁵.

L'implémentation du modèle générique spatial a demandé la correction de certaines limitations dans le noyau de Cormas. En effet il était impossible d'ajouter des sous classes des classes définies par l'utilisateur (comme ZoneAdmin). Il est maintenant possible de définir les concepts de Parcelle, ZoneAdmin et ZoneTransversal directement à partir de l'interface Cormas (Figure 67).

⁷⁵ Voir Touré et Leclerc (2006) pour plus de détails.

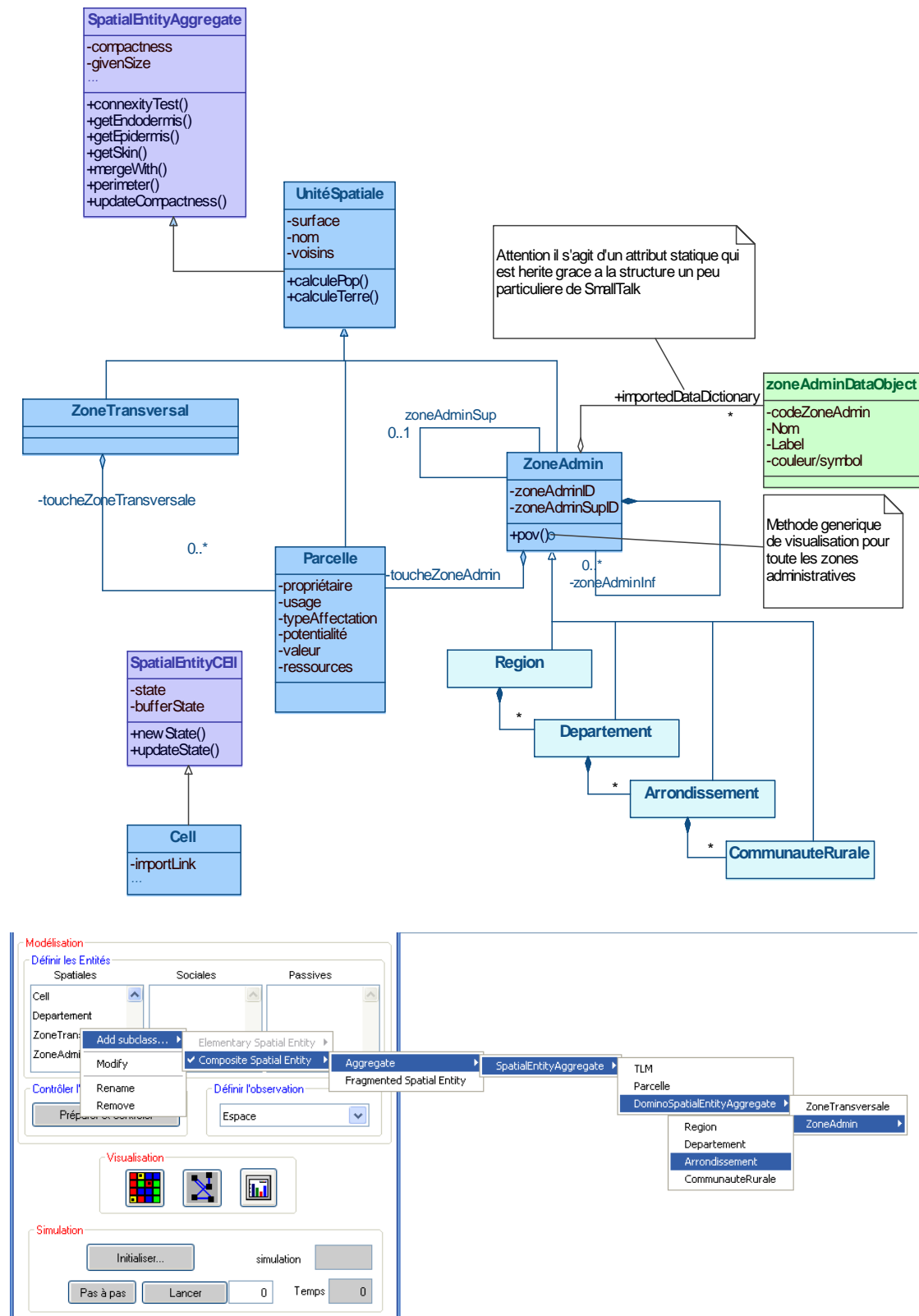


Figure 67 : Présentation de la nouvelle méta-ontologie Cormas.

Légende : En haut : diagramme de classes du MGC sous Cormas (en bleu clair, les instances pour le cas sénégalais, en mauve : les classes Cormas mobilisées). En bas : définition des classes du MCG spatial par le biais de l'interface Cormas.

Amélioration de l'interface d'initialisation

Comme rappelé précédemment, l'interface de Cormas est peu adaptée lorsqu'il s'agit d'initialiser un grand nombre de couches spatiales et d'agents. Nous avons donc réalisé une preuve de concept d'une interface plus conviviale qui bénéficie des avantages structurels que permettent les méta-ontologies adaptées. L'interface est une série de formulaires liés à une base de données Access. Cette dernière renseigne Cormas sur l'instanciation des classes à travers une connexion ODBC, mais est conçue pour pouvoir renseigner n'importe quelle autre plateforme (comme MIMOSA ou Geamas-NG). Dans le cas du MCG nous avons une base d'information sur les niveaux hiérarchiques, sur les zones administratives appartenant aux niveaux hiérarchiques, sur les classes, sur les implémentations qu'elles réalisent, et sur les paramètres de visualisation des entités spatiales (initialisation des couleurs à travers les formulaires).

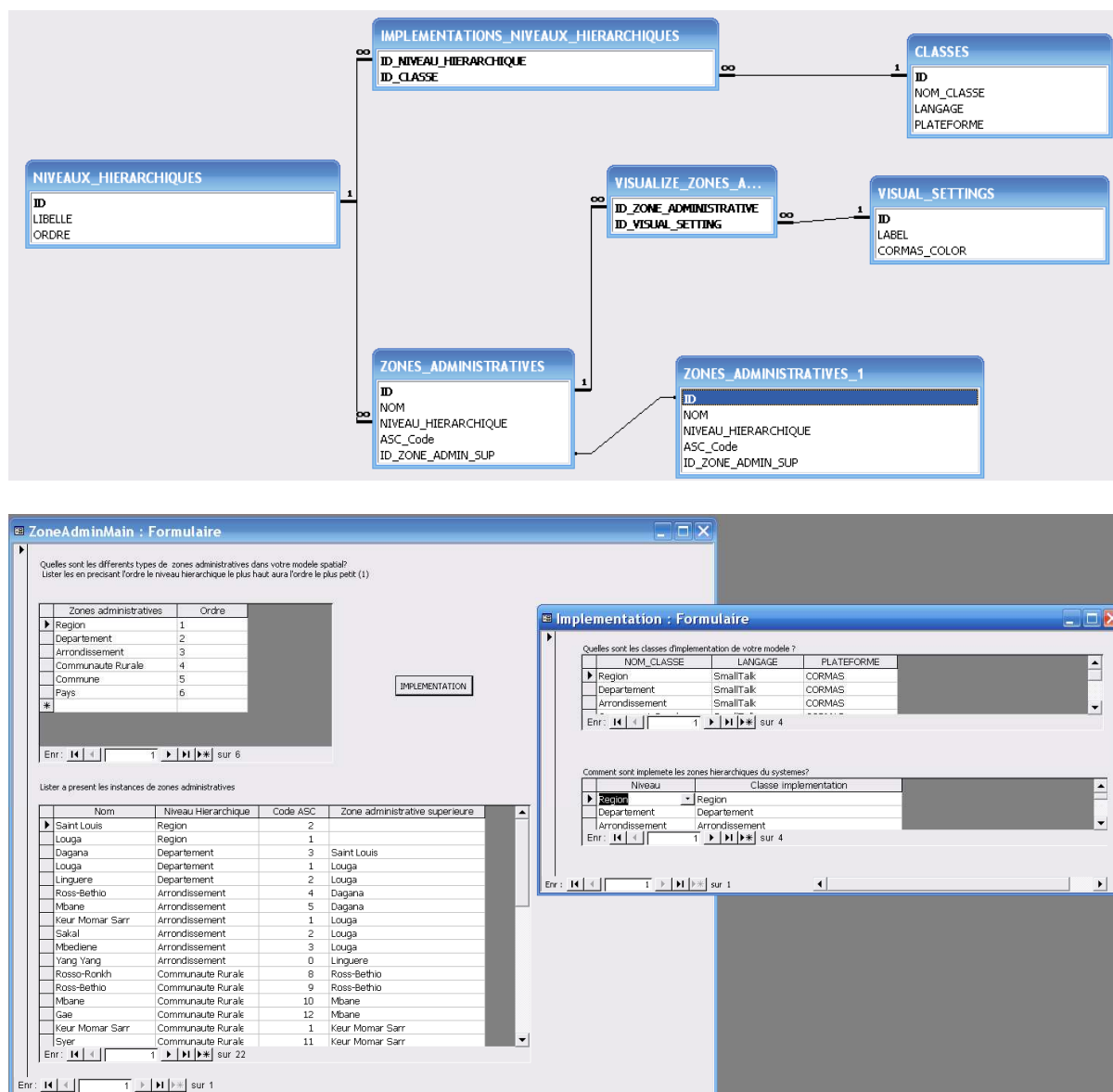


Figure 68 : Structure de la base de donnée, et formulaires d'initialisation pour le modèle générique spatial. La fenêtre « implémentation » spécifie les classes à renseigner selon la plateforme utilisée.

Les visualisations des niveaux supérieurs sont construites par agrégation successive des zones (Figure 69). Elles ne sont pas issues de données cartographiques ce qui diminue sensiblement le temps de chargement ; le modèle spatial est chargé en une seule passe. Les données en entrée sont une carte géographique du niveau administratif le plus bas, et la base de données fournissant les informations sur les zones (nom, libellé, code Ascii de la couche SIG des parcelles) et sur la hiérarchie. Ce processus de construction dépend entièrement du contenu de la base de données et s'applique aisément à d'autres organisations administratives. La figure suivante montre comment les différentes couches spatiales sont obtenues via la couche SIG des parcelles et en mobilisant le concept de ZoneAdmin.

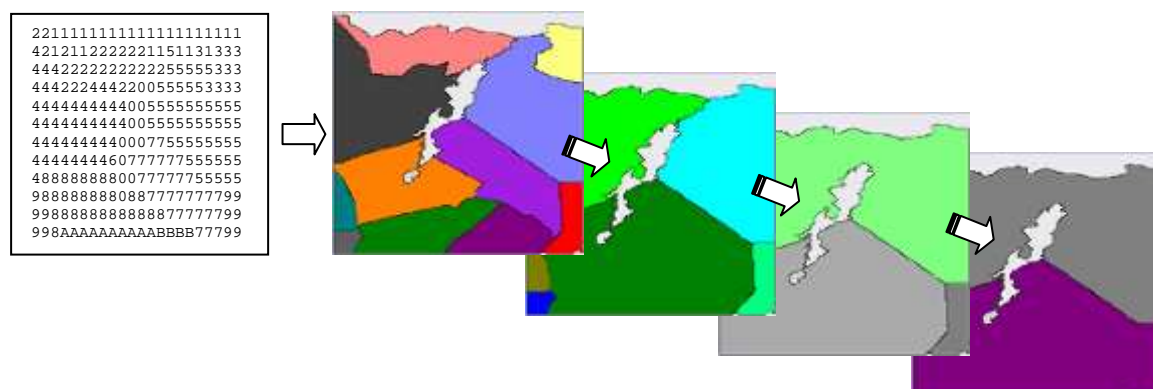


Figure 69 :Génération automatique d'agrégats de parcelles en termes de Communauté rurale, arrondissement, département et région pour la zone du lac de Guiers, via l'interface d'initialisation.

4.3.4.2 La plateforme Geamas-NG

A la Réunion, le projet DOMINO s'est entouré de compétences supplémentaires en matière de simulation agent avec l'équipe SMART de l'IREMIA de l'Université de la Réunion. DOMINO s'est alors intégré au cœur de la stratégie de cette équipe, en couvrant différents champs d'action :

- Des travaux de recherche menés sur la nouvelle architecture informatique de la plateforme Geamas
- Des travaux menés dans le cadre d'ingénierie de conception pour la simulation notamment concernant la phase d'observation des résultats de simulation
- Une étude de couplage inter-plateformes et renforcement des liens entre le projet MIMOSA et l'équipe SMART.

Travaux de recherche menés sur la nouvelle architecture informatique de la plateforme Geamas

L'équipe SMART au travers du développement de la plateforme Geamas-NG, a pour objectif de mener une approche expérimentale du problème d'ingénierie de conception de SMA au travers d'applications développées dans le cadre de partenariats comme le projet DOMINO. Cette collaboration a débuté alors que cette équipe était en pleine ré-architecture de sa plateforme de simulation Geamas.

L'application DS, proposée par l'équipe DOMINO, a alimenté la conception de la nouvelle architecture de la plateforme de simulation multi-agents avec la réalisation de la plateforme Geamas-NG (« Nouvelle Génération »). Plusieurs nouveaux aspects ont été introduits dans la plateforme, notamment sa capacité à travailler avec un très grand nombre d'agents dans un

contexte d'applications distribuées sur les réseaux (Courdier 2006). Ceci nous a conduit à (i) mener une réflexion approfondie sur des aspects d'optimisation du moteur de gestion du temps de la plateforme de simulation en introduisant le modèle à temporalité (Payet et al. 2006), (ii) repenser le modèle de représentation de l'environnement pour les SMA en montrant de quelle manière l'environnement dans lequel évoluent les agents peut être avantageusement utilisé pour permettre non seulement de faciliter la conception des modèles, mais aussi la réutilisation et l'intégration des procédés dans les futures réalisations (Payet et al. 2006), (iii) introduire la notion de toile SMA, forme d'architecture de travail collaboratif associée à une application multi-agents qui assure l'optimisation des performances de simulation en s'appuyant sur un équilibrage des charges dynamique sur une infrastructure réseau (Sébastien et al. 2006).

Travaux menés dans le cadre d'ingénierie de conception pour la simulation notamment la phase d'observation des résultats de simulation.

Comment comprendre le fonctionnement d'un SMA constitué de centaines d'agents proactifs et autonomes ? En effet, on constate que les phases de validation et d'exploitation du cycle de vie d'un système multi-agents sont bien souvent dépourvues de mécanismes adaptés. Seules les traces d'événements sont exploitables. Ces traces sont alors extraites de leur contexte et de leur ensemble, elles ne portent plus les liens et les intercommunications avec l'environnement, ce qui brise la « systémicité » (la relation d'une partie au tout) et la multi-dimensionnalité des phénomènes produits par le système. Cette étude nous a conduit à proposer l'utilisation d'un formalisme de modélisation reposant sur un modèle théorique de graphe conceptuel et de réseau de Petri gardant la mémoire des interactions sur lequel des opérations de manipulation et d'interrogations complexes et formelles peuvent être définies.

Ces aspects, à visée théorique, ont été complétés par un travail approfondi dans le domaine de la gestion de l'observation et de l'exploitation des résultats produits par la simulation. En effet, l'augmentation de la taille des systèmes simulés, la complexité des agents, et des interactions mis en œuvre font qu'un modèle peut paradoxalement devenir aussi difficile à observer et analyser que le système réel dont il est issu. La masse de résultats produits et leur complexité potentielle montrent l'importance de la gestion de l'observation et de l'exploitation des résultats produits par la simulation. Ainsi, nous avons tout récemment fait un travail exhaustif d'identification des besoins d'observation caractéristiques de la simulation orientée agent (Payet et al. 2006), puis nous nous avons engagé un travail de formalisation des concepts clés associés à l'observation (Ralambondrainy et al. 2006, Ralambondrainy et al. 2007).

Le développement de l'application DS a contribué à enrichir notre perception de cet axe de recherche, notamment dans la définition de l'identification des besoins d'une application basée sur la manipulation de nombreuses informations cartographiques. Les dernières avancées en cours sur notre plateforme sur ce plan sont en relation avec les besoins du projet DOMINO qui intègre des contraintes multi-dynamiques particulièrement intéressantes.

Etude de couplage inter-plateformes, et renforcement des liens avec le projet MIMOSA

Grâce au projet DOMINO, des liens étroits ont été établis entre le CIRAD Montpellier, et l'IREMIA concernant le développement de la plateforme MIMOSA.

Au cours de nombreux échanges nous avons ainsi pu partager nos expériences en matière de développement de plateforme, mais également sur le plan des modèles de représentation des connaissances utilisés, et confronté l'intérêt des choix réalisés dans nos travaux de recherche.

Des points d'interface concrets ont été fixés au travers de différentes stratégies : par exemple la définition d'un langage d'initialisation de scénario de simulation indépendant des plateformes

ou encore le choix de développer l'ensemble de nos outils d'observation de Geamas-NG de façon ouverte et réutilisable par d'autres plateformes comme MIMOSA.

Ce travail a fait l'objet de plusieurs tables de travail en séminaire DOMINO et surtout permis de créer une synergie positive entre des équipes de recherche ayant des objectifs communs de développement d'outil de simulation au CIRAD et à l'Université de la Réunion.

Le projet a contribué à consolider les capacités et les fondements de la plateforme Geamas-NG, en offrant un terrain pour la validation des nouvelles orientations scientifiques et des résultats théoriques de recherche en simulation multi-agents introduits dans la plateforme. L'un des enjeux pour éclairer la décision publique ou institutionnelle concernant la politique d'aménagement du territoire à l'échelle de l'île de la Réunion est la prise en compte de la dimension spatiale des dynamiques impliquées. Le projet DOMINO, a permis de prendre conscience de l'importance de la relation SIG-SMA et nous a permis de développer une démarche innovante d'initialisation automatisée d'un système d'agents au moyen de données cartographiques.

4.3.4.3 La plateforme MIMOSA⁷⁶

La plateforme MIMOSA est développée au sein de l'UR GREEN par Jean-Pierre Müller. Le projet DOMINO a permis d'une part d'enrichir les réflexions théoriques sur la plateforme grâce aux apports des autres informaticiens participants (Universités de Dakar et de la Réunion) et d'autre part de stimuler le développement de nouvelles fonctionnalités afin de répondre aux besoins spécifiques du projet. Cette section présente l'état actuel de la plateforme qui devrait être stabilisée fin 2008.

Objectif

L'objectif de la plateforme MIMOSA est de fournir un ensemble intégré d'outils permettant à des modélisateurs et des thématiciens :

- de construire des modèles conceptuels sur la base d'ontologies prenant en compte à la fois les aspects structurels et dynamiques;
- d'instancier ces modèles conceptuels en des modèles concrets par différentes méthodes de création et de définition des états initiaux;
- de simuler ces modèles et d'en exploiter les résultats.

Concepts théoriques

Une ontologie est un réseau sémantique qui regroupe un ensemble de concepts (ou classes ou catégories) liés les uns aux autres par des relations taxinomiques (hiérarchisation des concepts) et sémantiques (attributs, relations entre concepts) et portant sur des structures d'individus/objets (que nous appellerons entités). Plus précisément, on suppose que le monde est fait d'entités organisées en structures que l'on peut catégoriser avec des abstractions sous formes de concepts (pour les individus) et de relations ou groupes de relations (pour les structures).

Les ontologies décrivent donc la dimension structurelle des choses que l'on cherche à modéliser de façon complète dans le cadre d'un point de vue particulier, ce point de vue

⁷⁶ Rédigé par Jean-Pierre Müller

n'étant pas seulement disciplinaire, mais aussi relatif à une question particulière au sein d'une discipline. Cette notion de point de vue est cruciale, car en posant le fait que l'on ne décrit que des aspects selon un certain point de vue plutôt que des objets en soi (finalement, qu'on est bien moins « ontologique » qu'il n'y paraît) permet de poser le projet en termes d'élaboration d'un ensemble ouvert d'ontologies. Par ailleurs, l'intégration de ces ontologies ne se pose plus en termes de trouver des objets communs aux disciplines convoquées mais plus humblement à exprimer les articulations possibles des différents points de vue.

Un certain nombre de formalismes ont été proposés pour spécifier ces ontologies, qui reposent tous sur la théorie classique des ensembles, que ce soit la logique des prédicats du premier ordre, les logiques de description, les réseaux sémantiques, les diagrammes de classe UML.

La dimension dynamique décrit, quant à lui, la variation au court du temps à la fois des individus et des structures. Là aussi, un ensemble de formalismes sont possibles allant des équations différentielles aux langages informatiques en passant par un ensemble de formalismes de description comme les réseaux de pétri, les diagrammes d'états (state-charts) et bien d'autres. Des propositions ont été faites, comme DEVS, pour trouver une façon minimale et générale d'exprimer des dynamiques, indépendamment du formalisme choisi.

Ce qui précède suggère trois commentaires:

- les dimensions structurelles et dynamiques sont orthogonales l'une à l'autre : cette vision classique porte probablement intrinsèquement des limites (Fontana et Buss suggèrent que la dualité structure/fonction reste à explorer) mais nous en faisons ici l'hypothèse ;
- la dimension structurelle repose intrinsèquement sur une vision ensembliste du monde que l'on peut difficilement dépasser (cf. Castoriadis), nous y ajoutons que nous parlons moins d'éléments que de facettes selon un certain point de vue, et donc que nous parlons d'ensemble de facettes. Dès lors les formalismes proposés dans la littérature peuvent, en première approximation, être réductibles à une description ensembliste quelque soit la forme choisie (et son appropriabilité cognitive par les thématiciens) ;
- la dimension dynamique peut également reposer sur une description générique dans lequel traduire les différents langages de description proposés. Là aussi, nous ajoutons que l'on décrit moins la dynamique des objets en soit que leur rôle dans une structure d'interactions selon un certain point de vue.

L'architecture

MIMOSA est une méta-plateforme de modélisation et de simulation qui prend à son compte les remarques qui précèdent :

- Un niveau 0 implémente la dimension dynamique par la définition d'une interface commune dans laquelle les rôles et les interactions doivent être décrites, indépendamment du langage informatique, formel, ou graphique dans lequel ces comportements sont exprimés. Ces rôles peuvent décrire aussi bien la dynamique de facettes (dynamique individuelle) que la dynamique de leurs relations (dynamique structurelle) ;
- Un niveau 1 fournit une catégorisation de ces rôles en termes ensemblistes, différenciant ainsi les rôles décrivant la dynamique des éléments (ou des facettes, appelés les composants), les rôles décrivant la dynamique des ensembles de ces

éléments (appelés les composés) et les rôles décrivant la dynamique des relations entre éléments et/ou entre ensembles (les relations) ;

- Un niveau 2 permet alors de définir les formalismes dans lesquels le thématicien désire décrire ses ontologies, sous la forme de méta-ontologies (l'ontologie des concepts utilisés pour décrire des ontologies particulières) ;
- Ces formalismes peuvent alors être utilisés par un niveau 3 définissant les ontologies thématiques.

Il est facile de voir que cette architecture subsume à la fois les ontologies et les systèmes multi-agents :

- Les ontologies en fournissant un substrat ensembliste (composants, composés, relations). La définition de la correspondance entre un formalisme de description d'ontologie et ce substrat ensembliste par le niveau 2 permet au thématicien d'utiliser le langage qui lui semble le plus approprié pour décrire son domaine ;
- Les systèmes multi-agents étendent les systèmes dynamiques classiques (équations différentielles couplées, automates cellulaires) en permettant à la structure d'interaction (couplages, voisinages) de changer dynamiquement au cours du temps. Le fait que les structures relationnelles soient également dynamiques inclut naturellement cette extension ;
- L'approche organisationnelle des systèmes multi-agents utilisant le paradigme AGR (Agent-Groupe-Rôle) est également incluse puisque les dynamiques portent sur les rôles que jouent les facettes des objets (les agents ou individus) dans des relations au sein d'ensembles (les groupes).

Finalement les relations permettent également d'exprimer les articulations entre les facettes selon différents points de vue.

Le niveau 0 de Mimosa est complètement opérationnel y compris les interfaces graphiques de description des modèles conceptuels et concrets, ainsi que les comportements sous forme de scripts ou de diagrammes d'états. Le niveau 1 est devenu opérationnel début 2008 ainsi que quelques méta-ontologies (automates cellulaires, systèmes multi-agents, environnement spatialisés). Le projet MIMOSA est mis en ligne sur sourceforge (www.sourceforge.com/projects/mimosa) et plusieurs développeurs de France métropolitaine, du Sénégal, et d'Australie y contribuent. Une version beta devrait être stabilisée à l'automne 2008.

Conclusion.

La contribution de DOMINO au développement ou l'évolution des plateformes Cormas, Geamas-NG et MIMOSA se décline sur plusieurs volets. Elle a permis de créer des synergies entre les experts en modélisation multi-agents du Cirad, l'équipe SMART de l'IREMIA et l'ESP de Dakar en combinant les expériences de conception de plateformes Agents (Mimosa, Cormas, et Geamas). Elle a permis aux informaticiens de travailler selon une démarche expérimentale dans un esprit de plateau de créativité, ce qui a permis d'évaluer les attentes d'outils de simulation d'un groupe de modélisateurs pour définir des priorités de développements de fonctionnalités à associer à une plateforme de simulation agent en considérant les différents usages potentiels. Aussi, de nouveaux sujets de recherches ont été identifiés autour des problématiques énoncées ou lors des échanges avec les partenaires qui sont ici les utilisateurs des résultats informatiques théoriques. Cet esprit de plateau de créativité a guidé la méthodologie de travail sur DOMINO et a produit des résultats prometteurs en termes de démarche méthodologique. DOMINO a notamment permis de

montrer l'intérêt des nouvelles approches de l'intelligence artificielle en matière de SMA pour l'aide à la décision.

4.4 DISCUSSION ET PERSPECTIVES

Nous discutons ici de l'apport de l'expérience DOMINO aux réflexions sur la sécurisation foncière et sur la modélisation d'accompagnement

4.4.1 La sécurisation foncière

La problématique principale de l'ATP DOMINO était d'accompagner des processus d'affectation des terres à la Réunion comme au Sénégal par un type particulier de modélisation participative. L'analyse que nous avons faite a notamment montré que dans nos deux sites d'étude les sociétés sont en mutation rapide. Le foncier occupe une place déterminante dans les relations entre les hommes et entre les hommes et leur environnement. Dans ces environnements fragiles soumis à de fortes pressions du fait de la multiplicité des usages, de la multiplicité des droits qui s'y exercent, du contexte d'incertitude dans lequel les sociétés évoluent, se pose avec acuité la question récurrente et classique de la sécurisation foncière (Lavigne Delville et al., 2002 ; Le Roy et al., 1996 ; Mwangi et Dohrn, 2007). La mise en sécurité des acteurs par rapport à leurs droits établis sur le sol et les ressources qu'il supporte passe notamment par l'implication coordonnée des autorités légales et/ou légitimes qui jouent un rôle dans la gestion des terroirs. Discutons donc maintenant la contribution de la modélisation d'accompagnement à la problématique de la sécurisation foncière.

Les différentes études de contexte réalisées à la Réunion comme au Sénégal ont permis de mieux caractériser les facteurs d'insécurité foncière. Ces derniers varient en fonction du point de vue des acteurs concernés. L'Etat, les collectivités territoriales, les communautés locales, et les acteurs économiques présentent chacun à leur niveau des éléments qui fragilisent la tenure foncière.

Sur les deux sites, l'Etat de droit établit les principes directeurs de la gestion foncière. La loi Sénégalaise (loi 64-46) a ainsi défini trois grandes catégories de terres : terres de terroir, zones classées et zones urbaines. Sur chaque type d'espace sont établis aux acteurs des droits et des devoirs d'habiter ou d'exercer des activités économiques sur les parcelles concédées. En France, le code civil régit les relations qui s'établissent entre les personnes à propos de la gestion des biens immeubles⁷⁷. Les notaires secondent l'Etat en garantissant la légalité des transactions foncières grâce notamment à la centralisation des informations foncières par la Direction des services fiscaux. Pourtant à la Réunion, le cadastre date de 1974 et la fiabilité des données fait souvent défaut. Alors, on constate sur nos deux terrains que ni les usagers ni les autorités compétentes ne respectent les procédures d'affectation de la terre définies par l'Etat. Autour du Lac de Guiers, il existe des terres qui ne sont pas mises en valeur depuis de nombreuses années sans qu'elles ne fassent l'objet d'une procédure de désaffectation. De même, à la Réunion, le non règlement des successions laisse de nombreuses parcelles en indivision et est à l'origine de conflits fonciers importants.

Quant aux collectivités territoriales, issues des lois de décentralisation de la gestion du foncier, des ressources et de l'aménagement du territoire, elles disposent de nouvelles

⁷⁷ On appelle bien immeuble un bien qui ne peut être déplacé de par sa nature ou sa destination (bien accessoire d'un bien immeuble par nature).

prérogatives. Au Sénégal, la loi de 1972 a ainsi consacré l'autorité de la communauté rurale en matière d'affectation des terres aux membres de sa collectivité. En France, les régions, les communautés de communes et les communes se voient, avec la loi SRU 2000, disposer de nouvelles prérogatives, par exemple quant à la définition des vocations de l'espace qui s'imposent ensuite à la population. Mais nos analyses de chaque contexte nous ont montré qu'il existait un relatif flou dans la maîtrise des outils de régulation foncière. Ainsi, nous avons constaté au Sénégal que certaines terres ont pu, alors que cela est interdit, être affectées à des non-résidents à la Communauté rurale. A la Réunion, cela se traduit par exemple, par un processus de mitage des espaces agricoles ou naturels qui bien que protégés subissent la dynamique d'expansion des espaces urbains. Dans ces conditions, tant au Sénégal qu'à la Réunion, un développement territorial harmonieux n'est pas encore assuré.

Dans les communautés locales il apparaît un manque de légitimité des pouvoirs des élus locaux qui n'arrivent pas à réguler l'accès au foncier et les conflits qui en résultent. Au Sénégal, par exemple, ce déficit de légitimité trouve son origine dans l'évolution relative des positions des systèmes coutumiers et modernes de gestion du foncier. La coutume perçue comme dynamique et protéiforme est une source de droit qui permet de prendre en compte les spécificités locales. Malgré l'introduction d'une législation moderne, elle continue de participer à la régulation sociale de la gestion foncière et des ressources sur son finage⁷⁸, et donc à la construction des processus identitaires déployés par les sociétés. Cependant, avec la décentralisation et l'immigration, les autorités coutumières voient leurs prérogatives progressivement remises en cause. Le caractère multiculturel de la société réunionnaise dans laquelle l'appartenance communautaire joue un rôle identitaire central, associé à la mutation de la société réunionnaise vers une société de consommation de masse de plus en plus individualiste, est le terreau de véritables relations clientélistes entre la population et ses élus qui nuisent à la reconnaissance d'une véritable légitimité des élus des communautés locales. Ce même clientélisme et ses corollaires sont observés au sein des communautés rurales Sénégalaises. Dès lors les décisions d'affectation des terres que les élus sont amenés à prendre sont considérées comme opaques et inéquitable ce qui n'incite pas les populations à les suivre ou à les mettre en œuvre.

Enfin, du point de vue des acteurs économiques, la non-reconnaissance de l'existence d'un marché du foncier agricole aboutit à une absence de régulation des échanges de droits (propriété, location, attribution, etc.) et donc à l'exclusion progressive des plus démunis que ce soient de petits agriculteurs à la Réunion ou des cadets sociaux (femmes, jeunes, petites exploitations familiales face à l'agro-industrie) au Sénégal.

Au vu de ces différents facteurs se posent donc la question de la pérennité de la petite agriculture autour du lac de Guiers et de l'agriculture en générale à la Réunion en raison du déséquilibre du rapport de force avec soit, pour le Sénégal, l'agro-industrie sénégalaise et étrangère, soit, pour la Réunion, le développement urbain.

Voyons maintenant en quoi les expériences de modélisation d'accompagnement réalisées permettent ou non aux acteurs de clarifier les facteurs d'insécurité foncière.

⁷⁸ Finage : ensemble des terres cultivées par les habitants d'un village ou d'un hameau. Le finage se compose de plusieurs terroirs.

Au Sénégal comme à la Réunion, une démarche de recherche impliquée a permis aux chercheurs et aux partenaires d'acquérir et de partager des connaissances quant aux facteurs d'insécurité foncière. Au Sénégal, les exercices de cartographie participative ont mis en évidence le caractère vague des frontières du territoire de la communauté rurale et des terroirs villageois, de même que la diversité des toponymies et les erreurs de localisation des villages et campements dans les bases de données officielles. Ce flou est source de conflits, par exemple, lorsque deux communautés en viennent à affecter à un de leurs membres une même parcelle située à proximité de ce que chacune considère être sa frontière, ou lorsqu'une communauté appartient officiellement à une communauté rurale donnée alors que sur les cartes elle apparaît sur une autre. Si, par ailleurs, nous analysons la phase de conceptualisation de la représentation commune de l'équipe DOMINO-Sénégal, nous constatons que le formalisme UML a incité les chercheurs à mieux expliciter les éléments de leur perception du système de gestion à modéliser. Ceci a favorisé les échanges entre chercheurs de disciplines différentes, mais aussi avec nos partenaires de développement. Dès lors nous avons dû chacun clarifier les concepts et limites de nos disciplines respectives pour mettre en évidence la distance entre les principes théoriques (ex : les normes juridiques) et la réalité du terrain (ex : les pratiques sociales).

Cette acquisition et ce partage de connaissances sur les facteurs d'insécurité foncière n'ont pas eu de conséquences uniquement sur la représentation du système. En effet, dans l'espace d'échange réalisé au cours de la démarche de modélisation (équipes DOMINO-Sénégal et Réunion, Comité d'utilisateurs, etc.), les participants ont également modifié leurs perceptions des autres, de leurs enjeux et intérêts mais aussi de leurs contraintes. Ainsi, la Chambre d'Agriculture de la Réunion, chambre consulaire dont les membres sont principalement des agriculteurs, vise la promotion, le développement et la pérennisation de l'ensemble des agriculteurs. Mais à la Réunion, les industriels de la canne à sucre jouent un rôle essentiel dans l'organisation de la production de la canne. Dès lors, le public principal de la Chambre d'Agriculture se trouve être composé des petits agriculteurs. L'élection en 2007 à la tête de cette institution du président de la Confédération Générale des Planteurs et Eleveurs de la Réunion, syndicat agricole affilié à la Confédération paysanne, traduit bien l'importance de cette cible pour cet organisme. Dans les débats au sein de l'équipe DOMINO-Réunion, la représentante de la chambre n'a eu de cesse que de vouloir intégrer dans le modèle DS des dynamiques agricoles individuelles. Les choix collectifs et les contraintes de modélisation n'ont pu répondre à sa demande. Mais, d'une part, elle a pris conscience de la force du discours développé par les représentants du Comité de pilotage de la canne, pour qui l'important était d'abord de maintenir la sole agricole à l'échelle de la Région, face au grignotage de ses espaces générés par le développement anarchique de l'urbain dans les bas (c'est-à-dire sur les terres en canne, ayant une forte potentialité agricole). Ainsi, la Chambre d'Agriculture apparaît aujourd'hui de plus en plus présente dans des sphères où se discutent l'urbain (ex : groupe étalement urbain piloté par l'Agorah), lieux qu'elle délaissait auparavant. D'autre part, elle s'est rendue compte du poids fort de ce facteur d'insécurité sur la dynamique foncière et donc sur les activités productives des agriculteurs qu'elle défend.

Cette modification des perceptions de l'autre ne touche pas uniquement les acteurs de développement présents dans l'espace d'intervention de DOMINO, mais également les chercheurs de l'équipe. Ainsi, au Sénégal, les échanges réalisés au cours de la démarche de modélisation d'accompagnement ont fait évoluer la vision de l'objectif du modèle. Initialement perçu comme un outil permettant de décrire et de faire appliquer la Règle juridique aux acteurs locaux, le statut du modèle est devenu plus un outil de négociation, de gestion prospective voire de compréhension de leurs pratiques. Cela a été pour certains

chercheurs une véritable révolution dans leur mode de travail et dans la nature de leurs relations au terrain. Le caractère réflexif de la démarche a ainsi permis à certains chercheurs de mieux appréhender les facteurs d'insécurité foncière qui pénalisent le développement durable qu'ils promeuvent. Au Sénégal, le jeu de rôles AIDA (un simulacre de procédure d'affectation des terres) et les focus group ont permis aux chercheurs comme à l'ensemble des participants de prendre conscience de la réalité des pressions qui pèsent sur les gestionnaires de l'affectation des terres, de la faiblesse des quelques outils de gestion et d'aide à la décision disponibles, du manque de formation et donc de maîtrise de ces outils par ceux qui doivent les mettre en œuvre. Dans cette situation, l'affectation de parcelles à un acteur (par exemple pour développer une culture irriguée de patate douce) de façon à sécuriser son foncier (par l'accès à la ressource en eau) peut avoir des conséquences dommageables sur la sécurité foncière de l'ensemble d'une communauté (fin de l'accès à un point d'eau pour une communauté d'éleveurs transhumants ou de pêcheurs sédentaires aux activités non répertoriées) dont les relations avec le premier n'avaient pas été pris en compte dans la procédure initiale d'affectation.

Ainsi les démarches DOMINO développées au Sénégal comme à la Réunion ont pu aider les participants à mieux prendre conscience de l'existence et du poids de facteurs d'insécurité foncière et de la complexité de leurs interactions. De ce fait, d'un côté, l'exercice de modélisation d'accompagnement a pu permettre de contribuer à la démocratisation des processus de décision ou plus simplement d'alimenter le débat démocratique par une meilleure connaissance du système, des enjeux, des contraintes, des mécanismes de régulation, des procédures d'affectation des terres, etc.). Mais de l'autre côté, nous sommes en droit de nous demander si malgré nos efforts, la démarche n'a pas renforcé les pouvoirs des mieux dotés en capital symbolique, politique, économique et social (au sens de Bourdieu), comme les industriels cannières à la Réunion. Et c'est là toute la difficulté de notre approche ! Malgré l'évaluation réalisée au sein de chacun de nos sites, rien ne nous permet aujourd'hui d'affirmer qu'une plus grande connaissance des caractères d'insécurité favorisera la sécurisation du foncier des plus démunis, notamment en raison des jeux de pouvoirs locaux.

4.4.2 Apport de DOMINO à la modélisation d'accompagnement

Par définition la modélisation d'accompagnement suppose un partenariat fort pour justifier du qualificatif d'« accompagnement » et le développement et l'utilisation d'outils de modélisation. Ce chapitre discute les questions que le projet DOMINO nous a amenés à nous poser vis-à-vis de ces deux aspects de la démarche. Il revient ensuite sur des considérations plus spécifiquement « commodiennes » concernant l'objectif recherché et finalement atteint de la modélisation d'accompagnement et les avancées en termes d'application de la démarche à des niveaux multiples.

4.4.2.1 Questions liées à la participation⁷⁹

Nous avons décrit sur le projet DOMINO au Sénégal et Réunion comment nous pratiquons la participation dans le cadre de la modélisation d'accompagnement. Le partenariat, entre des chercheurs de disciplines différentes et des parties prenantes aux points de vue divers et complémentaires, est essentiel dans notre démarche et se justifie au regard des exigences d'une recherche « impliquée ». Cependant, le montage du partenariat et l'engagement des

⁷⁹ L'essentiel des éléments de ce chapitre est extrait de Daré et al., soumis en 2007 à la revue *Vertigo*.

partenaires dans une dynamique d'échange s'appuyant sur le modèle pour construire une vision partagée de l'avenir de leur territoire pose un certain nombre de difficultés.

Un partenariat pluridisciplinaire regroupant des acteurs individuels et collectifs...

La première des difficultés inhérentes à tout dispositif de participation concerne le **choix des partenaires**. L'affectation des terres et la gestion du foncier, sont des objets politiques et symboliques, supports de nombreux enjeux de développement. Dès lors le choix des participants est essentiel afin d'acquérir une information pertinente et la plus complète possible sur le système complexe considéré, et de faciliter la concertation. Le choix initial de partenaires joue sur l'intégration, chemin faisant, de nouveaux participants. En effet, dans le cadre de la modélisation participative, les questions résultant des interactions entre les partenaires peuvent mettre en évidence l'absence d'un participant, et/ou d'un point de vue sur la problématique. Au Sénégal, les participants ont été cooptés en fonction de leur disponibilité, de leur connaissance du terroir, de leur engagement à suivre la démarche tout au long du processus, pourtant il y a une surreprésentation de certaines catégories d'acteurs (les éleveurs peuls, les présidents de conseil rural) au détriment des représentants des organisations professionnelles (lesquels se positionnent de plus en plus, avec les agriculteurs wolof, sur les terres stratégiques à proximité de l'eau) et des groupes sociaux traditionnellement éloignés des arènes de décisions (les femmes, les jeunes producteurs).

Une fois relevés les défis de l'identification et du choix des partenaires, se pose le problème de leur hétérogénéité. La modélisation d'accompagnement implique un partenariat entre des chercheurs et des praticiens et citoyens mêlant pour un même objectif, des savoirs savants et des savoirs endogènes. Nous pouvons recenser au moins trois sources d'hétérogénéité : entre chercheurs de disciplines scientifiques, entre parties prenantes, et dans l'interaction entre ces deux types de partenaires.

Sur l'hétérogénéité issue du caractère pluridisciplinaire de l'équipe de recherche DOMINO : au Sénégal comme à la Réunion, cette dernière est composée de chercheurs de sciences sociales, de sciences de la nature, et des sciences informatiques. Dans ces trois grands champs disciplinaires, les regards portés sur le système complexe étudié sont construits à partir de théories, paradigmes et hypothèses souvent intériorisés dans sa propre discipline que le travail interdisciplinaire de modélisation oblige à expliciter pour les mettre en débat. La complémentarité de ces regards croisés permet de mieux rendre compte de la complexité de l'affectation des terres. Mais ces multiples points de vue construits peuvent être source de tension entre les chercheurs. En effet, les chercheurs de toutes disciplines, ne partagent pas nécessairement la même posture par rapport au terrain, le même rapport aux outils de modélisation ou de conceptualisation, les mêmes bases épistémologiques, la même conception de la recherche. Le partenariat scientifique provoque des remises en question disciplinaires et de posture, qui peuvent être de nature fondamentale et ainsi déranger, bousculer le chercheur, provoquer des débats houleux. Au sein d'une même discipline des tensions peuvent apparaître, lesquelles peuvent être liées à une forme de compétition, à des écoles de pensée différentes ou plus simplement à des personnalités différentes. Le travail transdisciplinaire peut également poser des difficultés lorsque l'on retourne vers sa discipline d'origine pour y faire reconnaître la production scientifique réalisée. Cette hétérogénéité pèse également sur l'avancée des travaux. Il est nécessaire de s'assurer que chacun des acteurs scientifiques s'est approprié la problématique et les objectifs d'ensemble, qu'il a pu les traduire et les importer dans des paradigmes propres à sa discipline.

Dans le partenariat « terrain » on retrouve ces mêmes tensions. Il s'agit aussi de recueillir des points de vue différents et complémentaires sur la problématique, un engagement des parties

prenantes, une intercompréhension. Or, il n'existe pas de recette quant à l'implication des acteurs dans le dispositif de modélisation d'accompagnement. Bien souvent ils représentent un groupe, mais c'est bien l'individu qui participe. Est-il toujours un « acteur collectif » même s'il est invité au nom de son institution (au sens d'Ostrom, 1992) et qui représente-t-il (Suaud, 1984) ? En fait, il joue sur les deux registres selon les situations. Ainsi, à la Réunion, une institution a envoyé deux représentants régulièrement. L'évaluation réalisée en fin de projet a montré que les perceptions de l'impact du projet sur cette même institution agricole étaient bien différentes selon ces deux agents. Cette distinction individu/représentant est d'autant plus flagrante lorsque l'institution participante, du fait d'un calendrier chargé, change de représentant d'une réunion sur l'autre, réduisant ainsi le bénéfice de la capitalisation pour l'institution comme pour les membres de l'équipe DOMINO. Au cours des trois années, jusqu'à 4 personnes ont pu représenter un même partenaire réunionnais. Ce type de situation pose le problème du suivi et de l'appropriation des hypothèses par les divers intervenants, et celui de la différence de compétence entre ces intervenants.

Les enjeux de chaque institution, leurs attentes, les échelles d'intervention, de mandat ou de représentation, et leur légitimité sont également des sources d'hétérogénéité qui influencent directement la dynamique des interactions entre les participants. Ainsi l'une des institutions réunionnaises en charge de la promotion du milieu rural voyait dans sa participation une occasion de repositionner ses activités sur l'ensemble de l'île alors que sa légitimité initiale était cantonnée aux territoires des Hauts. Une autre, plus proche des lobbies industriels du sucre réunionnais, y voyait un moyen supplémentaire de faire passer son message quant à la nécessité de préserver 30 000 ha en canne pour le maintien de la filière et des emplois. Et ces attentes ou enjeux institutionnels divers ont influencé directement le processus de conceptualisation.

... issus des mondes scientifique, du développement ou administratif...

Une autre difficulté réside également dans l'association dans un même dispositif de recherche de scientifiques et d'acteurs du développement. La démarche de modélisation d'accompagnement s'appuie sur une hypothèse d'expression de l'ensemble des participants. Or la position de la Science dans la Société n'est pas perçue de la même façon au Sénégal, au sein du Comité d'Utilisateurs, et à la Réunion, avec des représentants institutionnels locaux aguerris aux échanges avec les scientifiques et plus prompts à les utiliser pour servir leurs fins. Dans tous les cas, la posture adoptée par les scientifiques est celle d'une certaine modestie considérant que leur savoir n'a pas plus de valeur que les savoirs des acteurs locaux. Cependant, cela ne signifie pas que tout soit considéré comme vrai et soit pris en compte lors du processus de modélisation. L'important est surtout que toute opinion ou position puisse faire l'objet de débats argumentés qui permettent au final de l'inclure ou non dans la représentation schématique du système étudié. De tels échanges nécessitent une reconnaissance tacite de la présence de chacun qui passe par l'établissement de relations sociales fortes entre les participants et de modalités d'échange équilibrées. Rappelons toutefois que la position centrale du modèle dans le dispositif induit une source d'inégalité entre les participants.

Le rapport à la modélisation et les choix de représentation de la réalité constitue un autre pan des difficultés de la participation rencontrées dans le cadre de DOMINO.

Considérant le modèle comme une représentation schématique du système complexe étudié, le processus de modélisation vise à construire avec l'ensemble des partenaires cette représentation. Or chacun vient avec sa représentation du système, c'est-à-dire avec son système d'interprétation qui régit sa relation au monde et aux autres, oriente et organise les

conduites et les communications sociales (Jodelet, 1997). Cette représentation est un construit social, issu de l'histoire du groupe et de l'individu. Elle se compose d'éléments structurants (valeur, norme, entités, enjeu, etc). Dans l'échange avec autrui, chacun se doit de dévoiler une partie de sa composition afin qu'elle soit perceptible par les autres. En justifiant sa position, en explicitant la façon dont chacun éprouve la réalité du système, en clarifiant ce qui importe à ses yeux, chaque partie « s'engage » (Thévenot, 2006) dans le processus de modélisation.

Cependant, quel que soit le niveau d'engagement de chaque participant, des choix doivent être faits et argumentés. La prise en compte d'un élément essentiel pour un participant pour représenter le système est le fruit de négociation, explicitation, dévoilement au cours desquels chacun doit développer un argumentaire pour insérer ou rejeter tel ou tel paramètre. Il n'y a pas toujours accord sur les choix à réaliser. A la Réunion, le modèle cherche à simuler l'évolution des grandes tendances d'occupation de l'espace. Or pour certains partenaires du milieu agricole, le modèle aurait dû intégrer des dynamiques différentes du foncier agricole en fonction de la typologie des agriculteurs. Mais les informations n'étaient pas disponibles, et ce faisant, nous perdions l'objectif de représentation des interactions entre les dynamiques des espaces urbains, agricoles ou naturels et donc l'utilisation de ces modèles dans les dispositifs de concertation relatifs à l'aménagement du territoire réunionnais à l'échelle régionale. Nous avons pris cette décision avec l'ensemble des parties, mais pour les partenaires du monde agricole « individu-centré », l'exercice a perdu de son intérêt. Dans une situation de multiplicité des représentations des participants, comment faire le « bon » choix (au sens de permettant l'engagement des participants vers la production d'un projet de territoire partagé) ? Nous nous sommes référés à la stratégie du projet, définie au départ dans ses grandes lignes, partagée initialement avec les parties, qui décrit la logique d'action du projet. Mais dans un processus itératif, cette stratégie ne peut être figée. Elle doit être susceptible d'évoluer dans l'interaction avec les participants. Elle doit *a minima* être régulièrement rappelée car elle permet d'explicitier les choix réalisés.

... imposant une dynamique des échanges pas toujours compatibles avec les calendriers de chacun.

Les difficultés de la participation résident également dans la dynamique des échanges. Il faut prendre en compte, ici, les temporalités du projet et des participants et également l'animation du partenariat.

Les partenaires du projet n'ont ni le même rythme ni les mêmes horizons de travail que les porteurs de projet. Ceci est vrai pour les partenaires scientifiques comme pour les partenaires de développement. Ainsi, les discussions ont été menées à la Réunion dans le cadre de réunions mensuelles d'une demi-journée regroupant l'ensemble des protagonistes du projet. Ce rythme soutenu a été jugé nécessaire par les parties impliquées traduisant un niveau d'engagement élevé dans le processus de modélisation mais que certains n'ont pu suivre. Cette phase de co-conceptualisation puis de construction du prototype a été consommatrice en temps et énergie, sans garantie que le résultat allait être à la hauteur des espérances placées dans le projet. A l'inverse, apparaît aujourd'hui de véritables temps morts dans les échanges avec la Cellule SAR en raison des enjeux politiques autour de la révision de ce document de planification. Au Sénégal, les échanges les plus fructueux ont été obtenus lors de la préparation et l'organisation d'ateliers thématiques sur quelques jours autour de support et de modèle. Cela est dû à l'éloignement géographique des différents partenaires qui ont peu d'opportunité (ou sont peu conviés) à participer à des arènes de discussions sur la gestion du foncier, ainsi qu'à des normes culturelles qui privilégient l'interconnaissance et la parole échangée. Par ailleurs, en rassemblant l'ensemble des acteurs du processus de décision de l'affectation des terres, du gestionnaire à l'affectataire potentiel, les logiques et contraintes

des uns et des autres ont pu être exposées et discutées dans un souci de clarification des positions et ont permis que les opinions divergentes s'expriment. Cette dernière dimension a sans doute beaucoup contribué à la richesse des débats : les contre-pouvoirs, groupes minoritaires ou minorés ayant eu l'occasion de voir leur contribution à la réflexion collective prise en compte.

Un problème déontologique lié à la temporalité du projet apparaît avec la possible variation du partenariat en raison de l'évolution de la question traitée : comment s'assurer que les hypothèses explicitées par le groupe initial soient acceptées par les nouveaux participants ? Comment restituer les différentes hypothèses validées par les partenaires à une audience plus large et limiter les incompréhensions ? A la Réunion ces questions se sont posées lorsque le partenariat s'est ouvert de l'équipe DOMINO à la Cellule SAR. Certains partenaires initiaux comme la Chambre d'Agriculture et l'APR n'étant plus actifs dans cette seconde boucle de co-construction pourront ne pas valider les modifications et nouvelles hypothèses de la Cellule SAR. Qui détient la paternité des résultats qui seront restitués à un public plus large ?

L'animation du partenariat scientifique et de développement s'est basée sur l'organisation de sessions (réunion ou atelier) d'échange pour la conceptualisation des modèles et des outils. A la Réunion, chaque rencontre aboutissait à des décisions et des propositions d'action à réaliser pour la fois suivante. Avec le rythme soutenu des rencontres, certains partenaires ont parfois été absents d'une réunion à l'autre. Dès lors, les accords obtenus pouvaient être remis en cause par les questions ou les positions prises par l'absent. Cela a rendu le travail d'animation fort difficile, l'absence ne signifiant pas une délégitimation des propos de la personne concernée. Par ailleurs les participations d'un partenaire à d'autres arènes de discussion sur l'aménagement du territoire peuvent avoir parfois fait évoluer sa propre représentation du modèle, remettant en débat des questions précédemment tranchées.

Au Sénégal l'animation a consisté en la tenue de réunions mensuelles de l'équipe de chercheurs et l'organisation de plusieurs ateliers sur le terrain selon un intervalle de 2 à 6 mois. En effet, la recherche de plages de disponibilité a souvent retardé la mise en œuvre des ateliers. Les partenaires du terrain, cependant étaient généralement disponibles aux dates proposées par les chercheurs. Les chercheurs sont restés en retrait dans les discussions, n'intervenant pas pour orienter les travaux et débats du groupe. Ils ont joué un rôle d'animateur et d'observateur en demandant parfois des explications pour faciliter la compréhension et la restitution. La mise en présence des acteurs qui interviennent à différents niveaux de décision et des demandeurs, a permis que ceux-ci se parlent, dialoguent, comprennent les points de vue des autres, l'entendent pour le moins et apprennent à se connaître. Sur le plan de la transparence, et de la démocratie « participative » ce forum semble avoir porté ses fruits et orienté la modélisation d'accompagnement vers la prise en compte des intérêts collectifs de l'ensemble des acteurs sociaux, plutôt que représentant les demandes, intérêts ou préoccupations de certains.

L'intégration des disciplines, des acteurs scientifiques et de terrain aux temporalités et enjeux divers (voire contraires), bien que posant des difficultés, est essentielle pour saisir la complexité de notre objet, l'affectation des terres. Les principes de la modélisation d'accompagnement ne cherchent pas à occulter ces différences mais à les expliciter en recourant au modèle comme un tiers médiateur facilitant les échanges entre les participants. Le risque d'une manipulation ou d'une instrumentalisation de certains par d'autres existe et c'est pourquoi il est nécessaire de s'interroger sur les éléments qui pourraient permettre une véritable réflexivité sur l'exercice de modélisation et ainsi de limiter les dérives. C'est également la raison pour laquelle se pose encore avec acuité au sein de ComMod la question

de l'autonomisation de nos partenaires quant à la démarche de modélisation d'accompagnement.

4.4.2.2 Questions liées au développement et à l'utilisation d'outils de modélisation

Dans la démarche ComMod les outils sont considérés comme des objets intermédiaires médiateurs, tel que définit par Vinck (1999). Notamment « ... l'objet est médiateur en ce sens qu'il rend possible l'établissement de compromis, d'intercompréhensions, d'ajustements, entre les acteurs qui s'en emparent ». De ce fait, la pertinence d'un outil plutôt qu'un autre dépend fortement de l'appropriation de cet outil par les partenaires.

Lien entre les différents type d'outils : générique versus spécifique et conceptuel versus implémenté, et utilité dans la démarche.

Dans le projet nous avons prévu de développer plusieurs types d'outils : du modèle conceptuel (représentation schématique le plus souvent sous la forme de diagrammes UML) au modèle implémenté (représentation le plus souvent informatique codée sur une plateforme SMA), de modèles spécifiques (représentation propre à chaque site) au modèle générique (représentation indépendante d'un site donné). Sur chacun des terrains, l'approche initialement prévue envisageait deux phases consécutives : une première de conceptualisation et une seconde d'implémentation avec chacune leurs objets intermédiaires propres. L'implémentation impliquant souvent un retour sur le modèle conceptuel, les deux phases pouvaient éventuellement se chevaucher. De même, il était prévu d'enrichir progressivement les outils génériques (modèle conceptuel générique et éventuellement modèle implémenté générique) lors d'échanges sur les outils spécifiques. La démarche finalement suivie a été un peu différente comme présentée dans la partie 4.3.2, essentiellement du fait de la mauvaise appropriation d'un outil donné par une partie des partenaires.

Sur l'exemple de la Réunion, le modèle conceptuel n'a pas abouti dans la première phase de conceptualisation car trop théorique pour des partenaires de développement associé au projet. Ils ont préféré une approche utilisant directement une forme implémentée du modèle quitte à ce que celle-ci soit complétée chemin faisant, le seul objet intermédiaire étant alors le modèle implémenté. Il a fallu attendre la fin du projet pour pouvoir revenir sur cet outil et essentiellement entre chercheurs, seuls intéressés par ce formalisme. De même le modèle conceptuel générique développé lors de l'atelier de novembre 2005 à Dakar et sensément issu de la capitalisation des modèles conceptuels spécifiques n'a pas été ensuite repris sur le terrain Réunion car les partenaires réunionnais qui n'avaient pas pu se rendre à l'atelier ne reconnaissaient pas les généralisations faites. Dans ce contexte les outils conceptuels spécifiques et génériques ont été peu utiles vis-à-vis des partenaires de développement et du modèle implémenté de la Réunion. Ce problème s'est moins posé au Sénégal, la modélisation conceptuelle ayant servi d'objet intermédiaire au sein du groupe de chercheurs, mais avec des résultats plutôt modestes.

L'hypothèse initiale d'un retour des modèles génériques sur les modèles spécifiques s'est révélée inapplicable dans le projet. Ceci ne remet pas pour autant en cause la pertinence de ces outils pour de nouveaux projets mais montre plutôt que leur construction notamment à partir des modèles spécifiques a pris trop de temps pour réalimenter les réflexions spécifiques de chacun des terrains dans les 3 ans du projet. Concernant les outils conceptuels, il paraît

difficile de tirer une conclusion vu les résultats disparates sur chacun des deux sites. Cependant, il ressort clairement que la pertinence d'un type de support plutôt qu'un autre dans le contexte de modélisation d'accompagnement est très dépendant des dynamiques partenariales, et demande de fait une forte capacité d'adaptation de la part des porteurs de projet.

Enfin, le développement presque synchrone de ces multiples supports a été lourd à animer et a parfois handicapé l'avancée du projet. A la Réunion, notre démarche de modélisation a résulté de compromis entre une démarche favorisant les échanges avec le Sénégal quitte à ralentir les avancées sur le site réunionnais et une démarche adaptée aux spécificités réunionnaises mais éventuellement divergente de celle menée au Sénégal. La première approche nous a amenés à aborder d'emblée toute la complexité du système avec ses aspects multisectoriels et ses niveaux d'organisation multiples de façon abstraite afin de faciliter les échanges avec le Sénégal. Ce faisant nous avons en partie freiné l'avancée de la démarche de modélisation avec certains partenaires réunionnais.

Problème de l'appropriation par des acteurs d'outils construits par d'autres et de la légitimité de l'utilisation faite par ces premiers

Ce cas de figure a été rencontré à la Réunion avec l'adaptation du prototype DS par la Cellule SAR, prototype qui avait été développé par certains partenaires de développement (cf. section 2.4.1.1). Pour les partenaires ayant participé à l'élaboration de DS, les hypothèses sous-tendant les simplifications de logiques d'affectation des terres étaient acceptables vis-à-vis d'un certain public (l'équipe DOMINO) mais pas systématiquement d'un autre (les partenaires de la Cellule SAR dans le cadre de révision du SAR). Cet exemple soulève le point de la réutilisation d'outils dans un cadre différent de celui où ils ont été développés et suggère fortement la nécessité d'une nouvelle phase d'appropriation et d'affichage par les nouveaux concepteurs ou utilisateurs.

Implications pratiques de la démarche de modélisation d'accompagnement concernant les plateformes informatiques

La modélisation d'accompagnement lorsqu'elle vient en appui à un processus de décision pose comme hypothèse le caractère « jetable » des modèles construits, ceux-ci étant ad hoc aux partenaires en présence et à l'avancée de la réflexion au moment de l'appui. Néanmoins, les partenaires peuvent souhaiter remobiliser par la suite la démarche et le type d'outils employés. Ce transfert éventuel n'est pas sans conséquence sur les plateformes informatiques que nous utilisons et développons. La question s'est posée à la Réunion où la plateforme utilisée, Geamas-NG, a beaucoup évolué depuis le début du projet. De ce fait la variante utilisée dans DOMINO ne sera plus remobilisée sous cette forme et ne bénéficie d'aucune documentation complète. Les nouvelles fonctionnalités que présente cette plateforme en évolution ont contribué à l'adhésion des partenaires au projet mais en contrepartie le transfert éventuel des outils aux partenaires est sérieusement compromis. De plus, l'intégration des avancées sur les plateformes chemin faisant peut se révéler coûteuse en terme de temps de travail afin de recoder les modèles sous la nouvelle variante.

4.4.2.3 Questions liées plus spécifiquement à l'approche ComMod :

Type d'objectif de la démarche de modélisation d'accompagnement

La charte ComMod distingue deux types d'objectif auxquels la démarche de modélisation d'accompagnement peut être appliquée : 1) la connaissance des environnements complexes, et 2) l'accompagnement des processus collectifs de décision en situation complexe. Le projet qui initialement avait pour ambition d'aborder ces deux aspects, a de fait privilégié un type sur chaque terrain :

- Au Sénégal, l'objectif principal qui a été atteint est celui de l'accroissement de connaissance par le croisement de plusieurs regards disciplinaires : (1^{er} objectif affiché de la charte ComMod ou « ComMod 1 ») du fait du besoin de formation et de capitalisation des acteurs scientifiques. L'aspect appui à des espaces de concertation (2^{ème} objectif affiché de la charte ComMod ou « ComMod 2 ») a été préparé avec la constitution du Comité d'utilisateurs et le renforcement des capacités des membres de ce comité (notamment via la mise à disposition d'outils), sans toutefois aborder un processus de décision en situation réelle..
- A la Réunion : du fait du mode de financement (bailleurs locaux) et du contexte local (beaucoup de données et de résultats de recherche déjà existants) le choix s'est porté sur un appui à des espaces de concertation (ComMod 2). Ce choix a de fait limité quelque peu les velléités de capitalisation scientifique par l'articulation de savoirs complexes sur tel ou tel aspect de la question, puisque l'outil devait être transférable aux gestionnaires. Ce type de capitalisation a tout de même eu lieu par le biais d'autres projets en lien avec le projet DOMINO, animés par des petits groupes de chercheurs sur des points très spécifiques (comme le projet APIC-Bio).

Cette différence entre les deux terrains est également à mettre en lien avec l'hétérogénéité des équipes DOMINO Sénégal et DOMINO Réunion (cf. Section 4.3.2.2).

La définition d'un objectif unique voir principal est d'ailleurs une tâche ardue dans un processus collectif. Chaque partenaire porte son propre objectif et le projet étant passé par différentes phases ou boucles (au sens commodien) de développement et d'utilisations de modèles, un même partenaire a pu poursuivre des objectifs différents selon les phases. Prenons l'exemple du Comité de pilotage de la Canne à la Réunion. Le projet DOMINO lui a permis d'affiner son argumentaire lors notamment des travaux de construction de DS1, pour ensuite le mettre en bonne place pour défendre cet argumentaire auprès de la cellule SAR lors de la transition de DS1 à DS-SAR. Dans le même temps, le processus de modélisation d'accompagnement visait l'appui à une décision vis-à-vis de la Cellule SAR. En terme de démarche participative, chacun de ces objectifs suppose une approche spécifique, et ces approches peuvent éventuellement être incohérentes entre elles. La démarche *ad hoc* que nous avons suivie devrait être analysée plus finement vis-à-vis de cette grille de lecture et c'est notamment ce qu'à initier l'évaluation réalisée dans le cadre de l'ADD ComMod.

Apport de DOMINO pour les réflexions de ComMod sur l'application de la démarche à des échelles multiples ?

Ce point qui était affiché comme un des objectif de l'ATP a finalement été peu abordé dans le projet et ceci pour plusieurs raisons : les équipes DOMINO manquaient de temps et de ressources humaines pour construire une démarche à plusieurs niveaux. De plus, ceci aurait

également supposé une connaissance du terrain et des contacts que nous n'avions pas en début de projet du fait de la faible ancienneté des porteurs de projet sur chacun des sites. Forts des acquis partenarial et scientifiques de l'ATP, cet aspect est précisément celui qui devrait être poursuivi dans la suite de DOMINO. A la Réunion notamment, un appui à la Cellule SAR sur la mise en œuvre du SAR en articulation avec les SCOT (document réglementaire à l'échelle des communautés de communes) est envisagé.

Toutefois, notre expérience permet d'affiner des questions scientifiques plus précises relatives à l'application d'une démarche de modélisation d'accompagnement à des niveaux multiples :

- Comment réutiliser un prototype développé par les acteurs d'une arène donnée dans une nouvelle arène impliquant d'autres participants (problème d'appropriation et de légitimité) ? L'utilisation de nouvelles combinaisons de méthodes pourrait être judicieuse (théâtre et jeu de rôles, vidéo participative et modélisation d'accompagnement, forums délibératifs,...)
- Quelle méthode pour organiser une (nouvelle) phase de co-construction avec un large collectif (plus de vingt personnes), collectif qu'il sera difficile d'impliquer dans des ateliers intensifs réguliers (comme ceux constitués d'élus et de représentants régionaux) ?
- La modélisation d'accompagnement peut-elle dans ces nouveaux dispositifs abordant le multi-niveau continuer d'afficher ses principes d'appropriation de la démarche (posture, procédure, outils), de légitimité de l'exercice et de ses résultats, d'explicitation des hypothèses implicites, voire de capacitation de certains acteurs fragilisés socialement ?

Enfin, les expérimentations menées dans le cadre de DOMINO permettent de déceler deux options méthodologiques possibles pour réussir une intégration des différents acteurs légitimes dans une problématique de développement durable, qui est le plus souvent multi scalaire

- une intégration progressive, "bottom up" (qui a été le choix de l'équipe Sénégal) ou "top down", qui pose de nouveaux problèmes méthodologiques, pour l'intégration d'acteurs qui n'ont pas participé à la première phase de co construction.
- une intégration globale dès les premières étapes, par des co constructions parallèles auprès des différents niveaux de concertation visés, ce qui pose aussi de nouveaux questionnements méthodologiques : un même modèle pour tous (avec possibilité d'interface différente selon l'arène) ou un modèle différent pour chaque "arène" et des interactions entre modèles ?

Cette étude de cas originale a ainsi permis de commencer l'exploration d'un **nouveau questionnement méthodologique du développement durable : l'accompagnement des processus multi niveaux de concertation.**

5 CONCLUSION GENERALE

Selon la procédure éditée en 2004, les objectifs généraux d'une Action Thématique programmée sont « ... de renforcer les compétences scientifiques des équipes du Cirad, en France et à l'étranger, par des recherches stratégiques de qualité, et de favoriser les coopérations et d'établir des liens entre scientifiques du Centre et des organismes extérieurs au Centre. ». Dans l'ATP DOMINO, nous nous proposons de décliner ces objectifs en amenant des éléments de réponse aux questions de recherche suivantes :

- Comment appliquer la démarche de modélisation d'accompagnement avec des acteurs de différents niveaux d'organisation ?
- Quel degré de généricité sera possible dans la représentation des interactions entre les différents niveaux d'organisation et activités dans le modèle conceptuel commun aux deux sites ?
- Quelle démarche d'implémentation du modèle conceptuel commun pour garantir l'appropriation par les acteurs ?
- En quoi notre approche permet-elle : (i) de penser l'effectivité de la décentralisation en matière d'affectation des terres, (ii) aux gestionnaires de penser différemment l'intégration entre niveaux d'organisation et entre activités dans leurs décisions d'affectation des terres ?

A l'issue des trois années de projet, nos réponses peuvent être déclinées en trois apports principaux relatifs à :

- 1- la démarche de modélisation d'accompagnement multi-niveau en terme de structuration du partenariat et de développement d'outils
- 2- l'intérêt d'une recherche multisites pour identifier les éléments génériques d'une modélisation d'accompagnement multi-niveau
- 3- les avancées thématiques en matière d'appréhension des processus de décentralisation pour l'affectation des terres

Eléments d'une démarche de modélisation d'accompagnement multi-niveau

Rappelons tout d'abord, que bien que le groupe ComMod ait publié une charte décrivant les grands principes de la modélisation d'accompagnement, la latitude demeurerait en 2005 encore grande dans leur application. La diversité des terrains, des thèmes abordés, des structures partenariales développées, des processus de décision accompagnés, etc, observés depuis 10 ans impliquaient d'en faire le bilan. C'est ce à quoi s'attache l'ADD ComMod (2006-2008) afin notamment de déterminer les invariants de 32 études de cas qui se revendiquent de cette démarche. Aussi n'existait-il pas non plus de démarche clé en main établie pour aborder la question du multi-niveau. Or cette difficulté méthodologique est devenue de plus en plus prégnante au fur et à mesure que se sont multipliés les retours d'expériences critiques quant à l'extension, à la valorisation des résultats d'une expérience au-delà des acteurs du système socio-écologique initialement visé. L'ATP DOMINO en se focalisant sur la question du multi-niveau a donc cherché à défricher ce questionnement et alimenter ces nouvelles réflexions du groupe ComMod. Ainsi, le cahier des charges de DOMINO était relativement flexible, les principes d'une démarche (ComMod) appliquée à une thématique (le foncier), menée en parallèle sur deux sites contrastés (le Sénégal et la Réunion). Les dynamiques partenariales devaient préciser les modalités de mise en œuvre du projet sur chacun des sites, en permettant la reformulation de la problématique et l'adaptation de la démarche aux enjeux

locaux. Ces modalités ont ainsi été très fortement influencées par les demandes locales des partenaires de développement comme des partenaires scientifiques.

A la Réunion, la thématique n'a pas été remise en cause : accompagner les conditions de la pérennisation des espaces agricoles et naturels du fait des dynamiques urbaines et agricoles. La question qui a été largement débattue concernait plutôt la granularité spatiale à laquelle considérer cette thématique. La demande de la Chambre d'Agriculture concernait surtout la prise en compte des enjeux territoriaux agricoles au niveau communal. A l'inverse, les autres agents de développement et les chercheurs pensaient que les enjeux agricoles, naturels et urbains, au sein de la stratégie d'aménagement du territoire réunionnais devaient être réfléchis à l'échelle de la Région. En effet, le SAR, dispositif réglementaire régional, allait être mis en révision, et les communes et communauté de communes auraient alors à réfléchir la conformité de leurs propres dispositifs en accord avec ce dernier. De plus après avoir mené en parallèle un exercice de conceptualisation à chacun des deux niveaux, (dynamique agricole à l'échelle locale) et dynamique sectorielle (agricole, urbaine et naturelle) et multisectorielle à un niveau macro, nous avons finalement opté pour le niveau régional. Ce choix nous a permis dans le temps imparti de l'ATP de tester la pertinence d'un des outils développés en allant jusqu'à l'appui de la démarche participative de révision du SAR. Cet état de fait résulte d'un choix délibéré des porteurs de projet afin de s'assurer de l'appropriation d'outils complexes, et de la demande explicitée par la Cellule SAR porteuse du processus politique.

Au Sénégal, si la question foncière a fait l'objet d'innombrables débats depuis des décennies, les progrès restent encore modestes. La réforme foncière amorcée récemment suit un processus timide (et quelque peu chaotique) et tend vers une vision legaliste du foncier, alors que les arènes de l'aménagement du territoire, plutôt moribondes, voient de nombreux acteurs revendiquer leurs droits, exercer leurs pouvoirs, et se positionner sur des projets sans toutefois s'entendre ou se coordonner. Nous avons donc préféré faire émerger les enjeux et la demande locale, par le biais des entretiens avec des responsables ou des ateliers avec le groupe de travail créé par le projet. Lors de ces ateliers, la question de la gouvernance foncière locale a été la plus souvent évoquée, ce qui nous a amené à nous y investir fortement. Les partenaires « aménageurs » ayant été peu présents, ils ont relativement peu contribué à préciser la problématique en termes territoriaux. Les acteurs ont manifesté des besoins en formation, notamment sur des outils devant leur permettre de mieux gérer leur disponible foncier. Ils ont apprécié le caractère « neutre » et participatif des interventions du projet. Nous ne sommes pas encore entrés, cependant, dans le cœur de la recherche action, ce qui demandera un partenariat plus étroit avec les acteurs dans leur propre cadre de gestion. Le projet a aussi essayé de prendre en compte les attentes des partenaires scientifiques. Il a ainsi mis à leur disposition un environnement (formations, moyens, animations) destiné à stimuler leur production sur leurs thématiques propres. Malgré les animations communes régulières qui ont permis le partage de connaissances et l'apprentissage sur le système socio-écologique, les objectifs de transdisciplinarité sont encore loin d'être atteints, et la production scientifique est encore modeste mais souvent originale. Les difficultés du pilotage d'une équipe multidisciplinaire et multi-institutionnelle nous amènent à penser que l'efficacité d'un dispositif partenarial (au Sénégal du moins) pourrait reposer sur deux piliers : 1) le capital social (préexistant ou construit) et 2) la gestion du temps. De nombreux éléments d'une démarche qualité en modélisation d'accompagnement ont aussi été tirés de l'expérience partenariale vécue.

Ces deux cas de figure nous amène à formuler plusieurs remarques permettant de préciser quelques éléments d'une approche multi-niveaux de la démarche ComMod appliquée à l'objectif 2 de la charte ComMod (accompagner pour faciliter le processus de décision) :

- Tout d'abord, une telle approche suppose la présence d'arènes de concertation légitimes multi-niveau. Il peut s'agir d'une unique arène traitant spécifiquement de l'articulation entre niveaux ou de plusieurs arènes traitant chacune d'un niveau. A la Réunion nous avons surtout des espaces de concertation propres à chaque niveau, mais avec une décentralisation dont les principes poussent à l'interaction des documents de planification territoriale produits. Au Sénégal, en l'absence d'arène officielle active traitant de la thématique de l'affectation des terres, une arène de concertation *ad hoc* a été créée par le projet. Elle est composée d'acteurs reconnus comme légitimes pour aborder ce thème et appartenant à plusieurs niveaux d'organisation bien que les discussions se soient concentrées sur des problématiques intéressant les CR. Mais dans ce dernier cas, l'objectif 2 n'a pas encore été abordé.
- Si plusieurs arènes coexistent se pose alors la question de comment appliquer la démarche dans plus d'une arène. Une première option consiste à aborder de front les différentes arènes pertinentes, en suivant plusieurs démarches ComMod en parallèle. Cela a été tenté dans un premier temps à la Réunion mais ce processus est lourd en ressources humaines, sans parler des soucis de coordination entre des démarches qui, dépendant des acteurs présents, peuvent de fait très fortement diverger dans certains cas. La deuxième option qui est celle qui nous envisageons de suivre pour la suite de DOMINO Réunion. Elle consiste à travailler les niveaux d'organisation successivement ou en série. Nous avons commencé par le niveau régional et nous prévoyons maintenant de continuer la réflexion en lien avec des partenaires politiques de microrégions. Cette option est de fait plus longue à mettre en place que la première. C'est également celle qu'ont suivie les chercheurs ComMod travaillant en Thaïlande (Worrapimpong, Gajasen and Bousquet, 2007).
- Enfin, concernant l'outillage de la démarche, de nouveau, deux options ont été développées : un outil intégrateur ou une boîte à outils adaptés à chaque niveau ou acteur. L'équipe DOMINO-Réunion a privilégié la première option soulevant alors des questions quant à la pertinence de l'outil simple développé pour des acteurs de chaque niveau pris indépendamment ; quant à l'appropriation par de nouveaux intervenants des principes d'un outil déjà partiellement construit ; et quant à la légitimation d'outils déjà construits pour une nouvelle utilisation. L'équipe DOMINO-Sénégal a développé plusieurs outils afin justement de couvrir le spectre des questions et points de vue par niveau. Cependant, l'utilisation conjointe de ces outils par les acteurs, qui reste encore à faire, pose d'autres questions relatives à la cohérence entre ces outils, ou encore à l'instrumentalisation d'un outil pour argumenter un point de vue contre un autre.

Intérêt du multi-site

Au-delà de l'élaboration initiale d'une démarche commune, les échanges entre les deux sites ont permis de porter un regard croisé sur les expériences de chacun, d'apporter une vision critique sur nos approches respectives et sur nos façons de contextualiser la problématique du multi-niveau, permettant ainsi de développer la réflexivité dès la fin de la première année et tout au long du projet. C'est ainsi que s'explique la production intersites d'articles soumis ou acceptés sur le positionnement des chercheurs de sciences sociales dans cette recherche transdisciplinaire ou sur l'approche partenariale développée, mais également les réflexions qui se poursuivent sur l'interopérabilité des plateformes, sur la sécurisation foncière ou sur la conceptualisation d'un modèle générique d'affectation des terres.

Cependant, notre approche multisite et multi-niveau a fait ressortir les forces et les faiblesses de la modélisation conceptuelle. Alors que nous pensions pouvoir assez rapidement parvenir à un modèle générique qui serait ensuite spécialisé (« instancié ») sur des modèles et des outils spécifiques, il est apparu que tous nos partenaires (scientifiques ou développement) n'avaient pas le même degré d'intérêt pour le modèle générique, certains y étant même opposés. Rares sont les « thématiciens » qui ont jugé utile de développer leur propre modèle conceptuel pour analyser une situation. Des modèles spécifiques ont cependant été élaborés par les équipes sur les deux terrains et ont été plutôt bien appropriés par les partenaires scientifiques. Finalement, les avancées concernant le modèle conceptuel générique ont été plutôt obtenues en marge du processus (cf. section 4.3.3). Par contre, le lexique et les diagrammes UML ont eu plus de succès comme outil de capitalisation intersites. Ainsi, chacun a contribué au lexique cherchant à clarifier les concepts communs. Le langage de modélisation (UML) bien que faiblement maîtrisé par les non-modélisateurs a quand même été utilisé comme moyen d'échange intrasite. Cependant, cette non maîtrise a rendu encore plus difficile la montée en abstraction nécessaire à la généralité.

La demande forte d'outils fonctionnels de la part des partenaires de développement (et de plusieurs chercheurs) soulève la question de la place des outils en modélisation d'accompagnement. Alors que c'est plutôt l'idée de l'outil « jetable » qui est celle adoptée par ComMod, notre expérience questionne fortement la position de l'outil dans la démarche notamment concernant la difficile maîtrise de son passage d'un statut d'objet intermédiaire à celui d'objet central, pouvant aller jusqu'à influencer la démarche. Les chercheurs doivent être vigilants pour éviter que l'outil n'occupe le rôle vedette dans le processus. Au Sénégal par exemple, les chercheurs n'ont pas cherché à produire des cartes parfaites, pour que les utilisateurs puissent garder (ou développer) un esprit critique sur l'information provenant des experts. De même la place accordée aux débats et aux échanges permet de maintenir l'outil comme objet intermédiaire. Toutefois cela n'empêche pas, bien au contraire, les chercheurs de penser à l'ergonomie de l'outil et à son utilisation par les acteurs une fois le projet terminé. Soulignons la plus grande diversité d'outils nécessaires pour le cas Sénégalais, laquelle est peut-être symptomatique du manque de moyens dont disposent les acteurs de la décentralisation dans ce pays.

Avancées vis-à-vis de la représentation des processus de décentralisation en matière d'affectation des terres

Les processus de décentralisation vise l'implication des acteurs locaux dans la prise de décision concernant leurs territoires et leurs ressources. Ce grand principe (que l'on retrouve dans la loi SRU 2000 comme dans l'arsenal législatif sénégalais pour la gestion du foncier) est souvent appliqué par la mise en place de démarches dites « participatives » qui cherchent à impliquer les acteurs locaux dans des arènes d'information/consultation/concertation. Cependant, les participants à ces réunions d'échange viennent avec leurs propres points de vue, enjeux, intérêts qu'il est bien souvent difficile de concilier pour produire un projet collectif d'aménagement du territoire basé sur des règles partagées voire acceptées d'affectation des terres à telle ou telle activité. Un des enjeux de la modélisation d'accompagnement lorsqu'elle vient en appui de processus de décision (objectif 2 de la charte ComMod) est donc, par la co-construction d'outils intermédiaires, de favoriser les échanges entre les parties prenantes et ainsi dépasser les oppositions de principe, sources potentielles de stérilisation des débats pour produire un véritable projet de territoire partagé.

Ainsi à la Réunion, l'expérience de modélisation d'accompagnement a rapidement été orientée vers un objectif simple mais indispensable selon les partenaires de l'équipe

DOMINO : intervenir dans le processus de révision du SAR afin d'illustrer les situations de blocage dans lesquels les prises de position unilatérale menaient. Il s'agissait de montrer que le développement urbain ne pouvait se faire dans les proportions envisagées par chaque commune tout en maintenant une volonté de préserver les espaces naturels et/ou agricoles à des fins touristiques ou de maintien de la paix sociale dans les Hauts. De la même façon il s'agissait de faire prendre conscience aux acteurs du milieu agricole que la sole agricole ne pouvait être maintenue partout où ils le désiraient sans fixer de règles de priorité des espaces agricoles à conserver ni considérer les dynamiques réelles du mitage urbain (y compris dans les zones irriguées à fort enjeu). Au final, il s'agissait de montrer que la densification urbaine brandit comme la panacée de tous les maux par certains acteurs urbains ne suffisait pas à répondre à l'enjeu de développement durable du territoire réunionnais s'il n'était réfléchi au regard des autres dynamiques territoriales. L'analyse du transfert d'une partie de l'animation de la démarche d'accompagnement au responsable de la cellule SAR réalisée dans le cadre de l'évaluation du projet indique bien l'appropriation de certains de ces principes, même si la question de la manipulation d'acteurs par d'autres via notamment la maîtrise de DS demeure encore posée.

Au Sénégal, le processus de décentralisation de l'affectation des terres s'appuie principalement sur l'illusion feinte de l'application du principe d'affectation/désaffectation des terres qui permettrait la régulation des dynamiques foncières. Or l'expérience de modélisation d'accompagnement réalisée (s'appuyant sur la production de données contextuelles, d'outils, d'analyse de mise en situation) a permis de montrer que cette règle seule était rarement appliquée en raison des multiples autres facteurs qui participent à la régulation foncière : inégalité d'accès entre agro-industriels et exploitation familiale ou entre agriculture irriguée et élevage, présence de phénomènes classiques de corruption et de clientélisme dans l'attribution des terres, manque de connaissances sur le foncier disponibles, manque de formation aux outils de gestion telle que la cartographie de leur territoire, etc. Ces « murs » des pratiques de gestion auxquels les normes sont confrontées étant en partie identifiés et partagés, il s'agit maintenant de valoriser les connaissances et apprentissage acquis dans une phase de formulation d'un projet de territoire en s'insérant dans un dispositif officiel de concertation.

Enfin, nous avons bien conscience que participer à une arène publique de concertation ne suffit pas à aboutir à un projet de territoire équitable entre les différentes parties prenantes. Parce que nous ne venons qu'en appui d'un processus décisionnel dans lequel les vraies décisions sont bien souvent négociées et prises dans les coulisses de la négociation. Or pour les deux expériences de DOMINO, il n'y a pas eu de demande expressément formulée par l'institution en charge de produire un document de territoire. Dès lors, ces discussions parallèles essentielles dans le processus de décentralisation de l'affectation des terres n'ont pu être suivies directement par les équipes DOMINO ni au Sénégal ni à la Réunion. Au Sénégal, puisque l'expérience n'est pas encore venu en appui d'un processus décisionnel s'attachant à un projet de territoire identifié. A la Réunion, parce que nous n'avions pas en trois ans de présence acquis suffisamment de légitimité pour intervenir comme observateur dans ces discussions parallèles impliquant notamment les acteurs politiques. Ensuite, l'analyse politique ayant montré que la construction de la décision politique ne se justifiait qu'a posteriori, quelle genericité peut-on imaginer du suivi d'un unique processus de décision ? Cela pose donc les limites de l'application de la démarche de modélisation d'accompagnement en appui à l'aménagement du territoire lorsque les porteurs scientifiques ne sont auréolés ni de la légitimité d'une demande sociale explicite ni de la légitimité de compétences reconnues pour travailler ces questions.

REMERCIEMENTS

Nous remercions les personnes ayant contribué à l'ATP DOMINO, sans lesquels le projet n'aurait pas pu aboutir, notamment les chercheurs au Sénégal : Alassane Bah, Ibrahima Diop Gaye, Arame Soumaré et Ibra Touré, et à la Réunion : Sigrid Aubert, Xavier Augusseau, Jean-Louis Fusillier, Gilles Lajoie, Denis Payet. Nous remercions aussi les chercheurs qui sont venus en appui : Bruno Barbier, Laurence Boutinot, Seydou Camara, Adrien Coly, Rémy Courdier, Christine Fourage, Géraud Magrin, Landing Mané, Jean-Pierre Müller, Marc Piraux, Tidiane Sané, Sidi Mohamed Seck, et Pierre Valarié.

L'assiduité des membres du Comité d'utilisateurs, les représentants de l'Etat et des autres membres de l'équipe DOMINO Réunion a été remarquable ; merci à Djiby Sadio Ba, Amadou Bathily, Bourama Biaye Aldiouma Boh, Bassirou Dia, Soré Dia, Goumba Diop, Madieri Ba Diop, Aminata Fall, Doudou Fall, Mame Dieumbeut Fall, Mohamed Gaye, Dioumorou Ka, Sidy Dior Ka, Omar Kebe, Madiakhate Niang, Baye Ndao, Mor Talla Sall, Bathie Sow, Bassirou Theuw, Carine Saqué, Patrick Pariente, Magalie Girard, Thierry Kaufmant, Frédéric Siegmund, Dominique Guilluy

L'engagement des étudiants en stage, en maîtrise ou en thèse et des volontaires à l'aide technique, doit être soulignée ; merci à Bruce Ayache, Marie Bertrand, Nicolas Clavaud, Aboubacar Cissé, Daniel David, Balla Dieye, Moustapha Diop, Mamadou Dione, Seynabou Diouf, Samba Fall, Adrien Ickowicz, Erwann Lagabriele, Alla Manga, Ndeye Fatou Mar, Sébastien Manglou, Ahmadou Coumba Ndiaye, Frédéric Séverin, Mouhamadou Thiam, Labaly Touré, Mohamed Becaye Toure et Aissatou Wade.

Merci aussi à Aldiouma Boh, Mustapha Dia, Soda Diouf, Mohamed Gaye, Bea Randon, Nathalie Rovis et Josie Carpanin pour l'appui logistique lors des ateliers. Soulignons l'appui logistique du PPZS et du PADEF, l'appui logistique et financier de la délégation aux échanges scientifiques internationaux (DESI).

Enfin, nous remercions ici l'ensemble des chercheurs de l'ADD ComMod et/ou du groupe ComMod grâce auxquels la comparaison des retours d'expérience a permis de pousser encore plus loin notre réflexion.

BIBLIOGRAPHIE

- ALLAN S and HOLLAND D, 2007. "Choosing social technologies empirically". Dans Leclerc G. and Hall. C (Eds), 2007. Making World Development Work: scientific alternatives to neo-classical economic theory. New Mexico University Press. pp. 363-375.
- AQUINO (D') P., LE PAGE C., BOUSQUET F., et BAH A. (2002). A novel mediating participatory modelling: the 'self-design' process to accompany collective decision making. In: Int. J. Agricultural Resources, Governance and Ecology 2(1): 59-74
- AQUINO (D'), P. 2002. Accompagner une maîtrise ascendante des territoires : Prémices d'une géographie de l'action territoriale. HDR, Géographie, Université de Provence, Aix en Provence, 342p. Berthomé et Mercoiret, 1993
- AQUINO (D'), P. 2007, Rapport d'évaluation de l'expérience DOMINO Réunion, ADD ComMod, 24 p.
- ARGENT R.M. et R.B. GRAYSON. 2003. "Modelling shell for participatory assessment and management of natural resources". Environmental Modelling and Software, vol. 18, n° 6, pp. 541-551.
- BA AT, COGELS X, DOYEN A, NIANG CI, SINGLETON M, TIBESAR A, VINCKE PP, WANE O (eds), 1983. Le lac de Guiers: problématique d'environnement et de développement. ISE/Administration Générale de la coopération au développement (Bruxelles), 506p.
- BAH A, FOURAGE C, LECLERC G., TOURE I, DIOP GAYE I, et SOUMARE A, 2007a. Etude des impacts des décisions d'affectation de terres à l'aide du modèle AIDA (Analyse des Impacts des Décisions d'Affectation): L'exemple du Lac de Guiers (Sénégal): <http://conferences.enst-bretagne.fr/data/mashs2007/Papier/bah-26avr07.pdf>
- BAH, A., FOURAGE, C, et DIOP GAYE, I, 2007b. Atelier Conception Participative AGRRO. Modèle agent AIDA. Jeu de Rôle et Focus Group. 23p.
- BAH A., TOURE I., ICKOWICZ A., LE PAGE Ch., DIOP A.T., 2006. An agent-based model to understand the multiple uses of land and resources around drillings in Sahel., p. 513-534 In : Mathematical and computer modelling, vol.44:n°5-6
- BAH, A., 2008. Conception participative de simulations multi-agents. Embauche d'un cadre méthodologique. Thèse de Doctorat Spécialité : informatique, ED SEIB-, Laboratoire d'Informatique et Systèmes Complexes-, EPHE Paris-Sorbonne. 276p.
- BARBIER B., DEYBE D., ALARY V., et CARPENTIER C.L.. 2007. Making tropical agriculture more sustainable by using bioeconomic models In : Leclerc Grégoire (ed.), Hall Charles A.S. (ed.). Making world development work : Scientific alternatives to neoclassical economic theory. Albuquerque : University of New Mexico Press, p. 515-527.
- BARRETEAU O, BOUSQUET F, et ATTONATY J-M (2001). Roleplaying games for opening the black box of multi-agent systems: method and lessons of its application to

- Senegal River Valley irrigated systems. *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, 4(2) :<http://jasss.soc.surrey.ac.uk/4/2/5.html>, 2001 – 22
- BARRETEAU O., BOUSQUET F. (2001). « From a Conceptual Model to its Artifacts: Building on Experiments using the SHADOC Model ». 'Integrated models for natural resources management across disciplines, issues and scales', Vol. 3 : Socioeconomic systems', MODSIM 2001, International congress on modelling and simulation, Canberra, Australia, 10-13 déc. 2001
- BARRY, B., 1972, *Le royaume du Waalo : Le Sénégal avant la conquête*, F. Maspéro, Paris, 363 p.
- BATTY M. et TORRENS P.M. (2001), « Modelling complexity: the limits to prediction ». *Cybergéo: Revue européenne de géographie*, N°201, (<http://www.cybergegeo.eu>).
- BEATLEY, T. (1989). Environmental ethics and planning theory. *Journal of Planning Literature*, 4 (1) 1-32.
- BENENSON I. et TORRENS M., (2004), *Geosimulation : Automata-based modeling of urban phenomena*. Wiley, 287 p.
- BERTRAND M., 2006, Evolution des perceptions du foncier agricole au regard du développement du mitage urbain et de l'enfrichement, Mémoire de stage de M1 en Sociologie appliquée au Développement territorial, Cirad Réunion/UCO d'Angers, 79 p.
- BLANDIN, P. et al. 2004. Vers une évolution durable de l'anthroposystème. INSU, Paris, 115-124p.
- BLUNDO, G, 1998. Logiques de Gestion Publique dans la Décentralisation Sénégalaise : Participation Factionnelle et Ubiquité Réticulaire. *Bulletin de l'APAD 15 : Les dimensions sociales et économiques du développement local et la décentralisation en Afrique au Sud du Sahara*. (<http://apad.revues.org/document555.html>).
- BOLTANSKI, L. et THEVENOT, L., 1991, *De la justification : Les économies de la grandeur*, Gallimard, Paris, 483p.
- BOTTA A, DARE W, et LECLERC G, 2005. Médiation entre acteurs pour l'affectation des terres dans un contexte de gestion décentralisée grâce à la construction de modèles représentant les interactions entre niveaux d'organisation : application à la Réunion et au Sénégal. Document de projet. 20p.
- BOTTA A., DAVID D., MANGLOU S., CLAVAUD N., PAYET D., 2007. *Modèle DOMINO-SMAT : Guide utilisateur*, 41 p
- BOURDIEU P. (1980), Le capital social. *Actes de la Recherche en Sciences Sociales*, 31:2-3
- BOURDIEU P. (1987), Espace social et pouvoir symbolique, in *Choses dites*. Paris, Editions de Minuit, pp. 147-166.
- BOURDIEU P., 1980, *Le sens pratique*, Editions de Minuit, Paris, 469p.

- BOURGEOIS M., 2006, NimetPaslefeu© ! Un outil d'aide à la décision pour la prévention des incendies dans le milieu périurbain nîmois, Mémoire d'Ingénieur Agronome, INAPG/INRA, Paris, 74p.
- BOURDIEU, 1977, Algérie 60, Edition de minuit, 123p.
- BOUSQUET F., O. BARRETEAU, C. MULLON, and J. WEBER (1996). Modélisation d'Accompagnement : Systèmes Multi-Agents et Gestion des Ressources Renouvelables. In: Actes de la conférence "Quel environnement au XXIème siècle ? Environnement, maîtrise du long terme et démocratie", Abbaye de Fontevraud, 8-11 Septembre 1996.
- BOUTINOT L, VIAU A, et LECLERC G, Des outils d'aide à la décision pour la gestion des territoires en Afrique : de la neutralité de l'outil à la transformation des relations de pouvoir. Thème 2 : Instruments de médiation territoriale et modalités de gouvernance , colloque ERSA, Paris 29 aout-2sept.
- BOUTINOT L, VIAU A, ET LECLERC G. Jeux de rôle et cartographie : la question de la neutralité des outils dans les dispositifs de gouvernance participative des territoires en Afrique. 2008. Soumis à la Revue Norois.
- BOUTINOT, L. 2006. Les acteurs de bonne foi : Pièce de Marivaux au lac de Guiers. Compte rendu de l'atelier de conceptualisation DOMINO, Keur Momar Sarr 18 – 19 Octobre 2006, 13p.
- CADET T. (1980). La végétation de l'île de la réunion, étude phytoécologique et phytosociologique. Thèse de doctorat en biologie, Université d'Aix Marseille.
- CAELAN, J.(ed), 1996. Nouvelles interfaces home-machine OFTA, Edition Lavoisier. OFTA.
- CALLON, M., LASCOUMES, P., & BARTHE, Y. 2001. Agir dans un monde incertain. Essai sur la démocratie technique Seuil ed. Paris. Axelrod, 1997
- CARO CANNE, 2006, La maîtrise du foncier : l'enjeu majeur, août 2006, n°10, pp. 11-28
- CILSS (Comité Permanent Inter-Etat pour la Lutte contre la Sécheresse au Sahel)., 2000. Le contexte de la vulnérabilité structurelle par système de production au Burkina Faso, Niger, Mali et Sénégal. Centre régional Agrymet, 45 p.
- COLLECTIF COMMOD, 2005, La modélisation comme outil d'accompagnement, Nature Sciences et Sociétés, 13, 2, pp. 165-169.
- COURDIER R., Modelling Complexity in Software Tools: Using a Multi-Agent Approach to Work with Distributed Knowledge, 4th International Conference on Computing, Communications and Control
- Technologies, CCCT 2006, Orlando, USA, July 20-23, Elsevier Ed., pp 233-238, 2006.
- D'AQUINO P., 2001. Ni planification locale, ni aménagement du territoire :pour une nouvelle approche de la planification territoriale. Pp. 279-300 in Géographie, Economie, Sociétés, 2001, 3, 2, Alternatives Economiques, Paris.

D'AQUINO, 2008. Communication personnelle.

D'AQUINO P., LE PAGE C., BOUSQUET F., BAH A.. 2002b. A novel mediating participatory modelling : The 'self-design' process to accompany collective decision making. *International journal of agricultural resources governance and ecology*, 2 (1) : 59-74.

D'AQUINO P., LE PAGE C., BOUSQUET F., BAH A.. 2003. Using self-designed role-playing games and a multi-agent system to empower a local decision-making process for land use management: the self-Cormas experiment in Senegal. *Journal of artificial societies and social simulation*, 6 (3). URL: <http://jasss.soc.surrey.ac.uk/6/3/5.html>

D'AQUINO P., SECK S.M., CAMARA S.. 2002a. Un SIG conçu pour les acteurs : l'opération pilote POAS au Sénégal. *Espace géographique*, 1 : 23-37.

DARE W. et BARRETEAU, O., 2003. A role-playing game in irrigated system negotiation: between play and reality *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, 6(3) <<http://jasss.soc.surrey.ac.uk/6/3/6.html>>.

DARE, W., FOURAGE C., et DIOP GAYE I., 2007, Positionnement des sociologues dans la démarche de modélisation DOMINO, *Nouvelles perspectives en sciences sociales*, 2, 2, pp. 103-126.

DARE W., AUBERT S., BAH A., BOTTA A., DIOP GAYE I., FOURAGE C., LAJOIE G., et LECLERC G. Des difficultés d'une recherche-action participative : retour d'expériences de modélisation d'accompagnement en appui à l'aménagement du territoire, *VertigO Vol 8, no1* « La nature des sciences de l'environnement : quels enjeux théoriques, pour quelles pratiques ? » (à paraître en 2008)

DAVID D., PAYET D., BOTTA A., LAJOIE G., MANGLOU S., COURDIER R., Un couplage de dynamiques comportementales : Le modèle DS pour l'aménagement du territoire, P. M. Valérie Camps, *Actes des Journées Francophones Systèmes Multi-Agents (JFSMA'07)*, Carcassonne, France, oct. 17-19, Cepadue, ISBN 2854287967, pp. 129-138, 2007.

DEPARTEMENT REUNION (2005). Le Schéma Départemental d'Aménagement et de Développement Durable « SDADD », Le diagnostic stratégique et les approches territoriales, septembre 2005, 129p.

DEPARTEMENT REUNION (2005). Le Schéma Départemental d'Aménagement et de Développement Durable « SDADD », Diagnostic : Une première synthèse : Analyse bibliographique et approche à dire d'acteurs, Version 2, avril 2005 modifié en Juin 2005, 158p.

DHI/TROPIS 2005 : Etude du Plan de gestion du lac de Guiers. Rapport diagnostic. Dakar Ministère de l'agriculture et de l'hydraulique/DGPPE, avril 2005, 52 p.

DIONE M., 2007. Contribution à l'analyse de l'impact des décisions d'affectation des terres dans la C.R de KMS. Mémoire de fin d'étude, Département ATEGU, Ecole Nationale d'Economie Appliquée, Dakar, Sénégal. 81p.

- DIOP GAYE I, FOURAGE C., DARE W, « Territoires, environnement et décentralisation : la participation en question », Actes du congrès de l'AISLF : Les vocations actuelles de la sociologie francophone, Dakar avril 2007
- DIOP GAYE I, FOURAGE C., LECLERC G, BAH, A, et SOUMARE A, 2008. La gouvernance environnementale dans la zone du Lac de Guiers : une mise en perspective. Colloque international Gouvernance Locale et Gestion Décentralisée des Ressources Naturelles, Dakar les 12, 13 février 2008.
- DIOP, M., 2007. Les modifications environnementales autour du lac de Guiers. Essai d'évaluation de l'impact des actions communautaires sur l'environnement (CR de Keur Momar Sarr). Mémoire de maîtrise en Géographie, UCAD.
- DIOUF S, FALL S, BARBIER B et LECLERC G, 2007. Modélisation bioéconomique dans la région du lac de Guiers. 3. Impact des prévisions météorologiques sur les stratégies paysannes. Rapport ATP DOMINO. 25p.
- DOLFUS, O., C. GRATALOUP, et J. LEVY. 1999. "Trois ou quatre choses que la mondialisation dit au géographe." *L'Espace Géographique*: n° 2, pp. 1-11.
- DUBOSC, A.. 2001. La participation du public dans les processus de décision. Agence de l'eau Seine Normandie, 22p.
- EARL, S., CARDEN, F., & SMUTYLO, T. (2001). Outcome Mapping: building learning and reflection into development programs. International Developing Research Centre (IDRC), Ottawa, Canada, 139p
- EQUIPE DOMINO, 2005. Rapport DOMINO de l'atelier de modélisation conceptuelle. Conceptualisation des processus d'affectation des terres : des modèles spécifiques au modèle générique, 21-25 novembre 2005, Dakar, 26p
- EQUIPE DOMINO, 2005. Rapport DOMINO de l'atelier de formation aux outils de modélisation. AGR et UML : des outils d'analyse et de représentation de systèmes complexes appliqués à la gestion de ressources renouvelables, 4-7 Juillet 2005 , Montpellier, 17p
- FALL S ET LECLERC G, 2007. Modélisation bioéconomique dans la région du lac de Guiers. 1. Typologie des systèmes de production
- FALL S ET LECLERC G, 2007. Modélisation bioéconomique dans la région du lac de Guiers. 2. Caractérisation des systèmes de production
- FAURE, G. O., L. MERMET, T. TOUZARD, et C. DUPONT (Ed.), 1998, La négociation : situations et problématiques, Nathan, Paris, 195 p.
- FOLKE, C., HAHN, T. OLSSON, P., NORBERG J., 2005. Adaptive governance of social-ecological systems. *Annual Review of Environment and Resources* 30 441-473.
- FUNTOWICZ, S. & RAVETZ, J.R. (1991) A new scientific methodology for global environmental issues. *Ecological Economics: The Science and Management of Sustainability* (eds R. Costanza), pp. 137-152. Columbia University Press, New York.

- GUERMOND Y., 2005, *Modélisations en Géographie : déterminismes et complexités*, Paris, Hermès-Lavoisier, *Traité IGAT Information Géographique et Aménagement du Territoire*, 389 p.
- GUNDERSON, L. et HOLLING, C.S.e. (2002) *Panarchy: understanding transformations in human and natural systems*. Island Press, Washington, DC.
- HOLLING, C.S. (1987) Simplifying the complex: the paradigms of ecological function and structure. *European Journal of Operational Research*, 30, 139–146.
- ICKOWICZ A., 2006. Développement d'un modèle d'optimisation combinatoire pour l'affectation de parcelles dans la région du lac de Guiers, rapport de stage, 10p
- ICKOWICZ A., ANCEY V., LECLERC G., TOURE I., DAMMAN G., DARLY S. 2005. Programme LEAD "Pastoralisme et environnement au Sahel" (PESah). Rapport final. Montpellier, CIRAD-EMVT, 2 vol. (113, 234 p.)
- JOHNSON, J.T., PUALANI LOUIS, R., et HADI PRAMONO, A., (2006), *Facing the Future: Encouraging Critical Cartographic Literacies In Indigenous Communities* ACME, 4 (1), 80-98
- LAGABRIELLE E., AUBERT S., BOTTA A., DARE W., MANGLOU S., *Adding to land-use management debate: coupling MAS and GIS to assess impacts on biodiversity of land use scenario*, *Environmental Modelling and Software*, (soumis)
- LAGABRIELLE E., *Planification de la conservation de la biodiversité et modélisation territoriale à l'île de la Réunion*, thèse de doctorat, 30 octobre 2007
- LAGABRIELLE E., METZGER P., MARTIGNAC C., DURIEUX L., GRELLET G., *Guide critique d'utilisation des informations produites dans le cadre du projet TEMOS à La Réunion*, 2005, 65 pages
- LAJOIE G. et HAGEN-ZANKER A., *La simulation de l'étalement urbain à La Réunion : apport de l'automate cellulaire Metronamica® pour la prospective territoriale*, *Modeling urban sprawl on the island La Réunion : contribution of the Metronamica® cellular automata for territorial prospect*, article 405, 18 Octobre 2007
- LAJOIE G., *Recherche en modélisation urbaine*, thèse d'habilitation à diriger des recherches, 3 décembre 2007
- LANGLOIS A., PHIPPS M. (1997), *Automates cellulaires : application à la simulation urbaine*. Paris, Hermès, 197 p.
- LAUDIE-LECOMTE, N. 2003. *Le compromis agricole réunionnais, mutation sectorielle et construction territoriale à l'île de la Réunion*. Thèse en économie du développement agricole, agroalimentaire et rural, ENSA-Montpellier, 582p
- LECLERC G, 2006. CR de l'Atelier de conceptualisation avec le comité de pilotage du Sénégal, octobre 2006.
- LECLERC G, BAH, A., DIOP GAYE I, et SOUMARE A, 2008. Mieux gérer les « compétences à problèmes » : retour d'expérience d'une démarche de modélisation

- d'accompagnement sur les usages des terres dans la zone du Lac de Guiers au Sénégal. Colloque international Gouvernance Locale et Gestion Décentralisée des Ressources Naturelles, Dakar les 12, 13 février 2008.
- LECLERC G, DIOP GAYE I., et THIAM M. 2007. Compte rendu de l'atelier Graoul.#1, Keur Momar Sarr, 7-8 juin 2007. 20p
- LECLERC, G., NDIAYE, A. C., SOUMARE, A., DIOP GAYE, I., THIAM, M., et TOURE, I., 2006. Compte rendu de l'atelier de lancement de la phase d'accompagnement de l'ATP DOMINO (Maison communautaire de Keur Momar SARR, jeudi le 6 avril 2006). 36p
- MAGRIN G. et MAR N. F., 2007. Peut-on décentraliser des ressources stratégiques ? Réflexions sur l'articulation des niveaux de gestion autour du lac de Guiers, Actes du Colloque International Gecorev, UVSQ – 26 au 28 juin 2006. 14p. (juin 2006).
- MAHMOUD M. MED D., 2007. Etude et modélisation du processus de la gestion du foncier au Sénégal. Rapport de stage. ESP/CIRAD 15p.
- MAR N. F., 2006. Etude sur les outils de gestion et d'aménagement autour de la région du lac de Guiers : Le cas des POAS. 9p.
- MAR N. F., 2006. Les dynamiques territoriales dans le delta du fleuve Sénégal : L'exemple de la région du lac de Guiers. 40p.
- MAR, N. F. 2006. Thème : Les élus, la terre, l'eau et le lac de Guiers : Quelle participation ? Rapport du Mercredi de GIRARDEL 31 Mai 2006. 13p. (juin 2006)
- MARTIGNAC, C., 2006, Maintien d'une filière dominante ou projet de territoire : le cas du sucre à La Réunion, thèse de doctorat de l'Université Paul Valéry- Montpellier III, 390 p.
- MARTIN J. et ODELL J. J. (1996), Object-Oriented Methods: Pragmatic Considerations, Prentice-Hall, New Jersey, 560p.
- MERMET, L. 1992. Stratégies pour la gestion de l'environnement : la nature comme jeu de société?, coll. Environnement. L'Harmattan, Paris, 205 p.
- NDIAYE A. C., 2005. La problématique de l'accès aux ressources foncières des populations de la zone du lac de Guiers : Cas de la communauté rurale de MBane. Mémoire d'Ingénieur ENEA. 112p.
- NDIAYE, A. C ., 2006. L'accès des populations à la terre et à l'eau dans la région du lac de Guiers : analyse de données d'enquêtes. 32p.
- OLLAGNON, H. 1989. "Une approche patrimoniale de la qualité du milieu naturel." in Du rural à l'environnement, la question de la nature aujourd'hui, N. Mathieu et M. Jollivet (Ed.), pp. 258-268. J. Weber et D. Bailly, 1993
- OSTROM, E. 1999. "Institutional Rational Choice: An Assessment of the Institutional Analysis and Development Framework." In Theories of the Policy Process, ed. Paul A. Sabatier, 35-71. Boulder, CO: Westview Press, 1999.

- PAILLAT-JAROUSSEAU H., 2001, Une terre pour cultiver et habiter : Anthropologie d'une localité de l'île de la Réunion, L'Harmattan, 272 p.
- PAYET D., COURDIER R., RALAMBONDRAINY T., SEBASTIEN N., Le modèle à Temporalité : pour un équilibre entre adéquation et optimisation du temps dans les simulations agents, Actes des (JFSMA'06, Annecy, France, ISBN 2-7462-1586-1, pp 63-76, octobre 2006.
- PAYET D., COURDIER R., SEBASTIEN N., RALAMBONDRAINY T., Environment as support for simplification, reuse and integration of processes in spatial MAS, Information Reuse and Integration, IEEE Internat. Conference on Information Reuse and Integration, IRI 2006, Hawaii, USA, 16-18 sept., ISBN 0-7803-9788-6, pp 127-131, 2006.
- PDM, 2003, Etat de la décentralisation en Afrique, Observatoire de la décentralisation, Karthala, Paris, 357p.
- PECQUEUR, B. 1989. Le développement local : mode ou modèle. Syros, Paris, 149 p
- PETERS, V., G. VISSERS, et G. HEIJNE. 1998. "The validity of games." Simulation and gaming, vol. 29: n° 1, pp. 20-3
- PIAGET, J. (1967) Logique et Connaissance scientifique
- RALAMBONDRAINY T., COURDIER R., and PAYET D., An ontology for observation of multiagent based simulation, IEEE International Workshop on Communication between Human and Artificial Agents, CHAA'06. IEEE Computer Society Press. Hong Kong, 18-22 Dec., ISBN 0-7895-2750-7, pp 351-364, 2006.
- RALAMBONDRAINY T., COURDIER R., MÉDOC J.M., GUERRIN F., Tools to visualise the structure of multiagents' conversations at a macro level, International Congress on Modelling and Simulation 2007 (MODSIM07), 10-13 Dec, 2007.
- RALAMBONDRAINY T., COURDIER R., Synthesizing agents interaction through the concept of conversation, ACM/SIGSIM Summer Computer Simulation Conference (SCSC 2007), San Diego, California, USA, July 15-18, 2007.
- SALLES, D. et M.-C. ZELEM. 1998. "La négociation des contrats de rivière." POUR: n° 157, pp. 29-38.
- SANDERS L., 2001, *Modèles en analyse spatiale*, Hermès Sciences, Paris.
- SCHMITT T., 1993. L'impôt foncier, l'espace rural et l'environnement. Editions L'Harmattan, Paris. 251p
- SEBASTIEN N., COURDIER R., HUGET M.-P., Toile SMA pour la distribution de simulations larges échelles, Actes des JFSMA'06, Annecy, France, ISBN 2-7462-1586-1, pp 23-26, 17-20 octobre 2006.
- SECK, S. M., 2005. Acteurs, utilisation des ressources et gestion de l'espace dans la région du lac de guiers : éléments de contribution au diagnostic des enjeux politiques. 68p.

- SETEC ORGANISATION et SAFEGE ENVIRONNEMENT, Révision du SAR de la Réunion, Scénarii d'aménagement et de développement de la Réunion en 2030, commandité par la Région Réunion, rapport, février 2007, 62 pages
- SEVERIN F. (2006), Réglementation territoriales et gestion des ressources naturelles, le cas du foncier à la Réunion. Rapport de stage de DESS Territoire et Développement Local, 85p
- SOUMARE M. A. 2008. Des stratégies foncières endogènes pour une réhabilitation de l'élevage dans l'environnement du lac de Guiers. Atelier Regional Sur L'elevage Et Le Changement Climatique En Afrique De L'ouest : « Impacts des changements climatiques sur les interactions élevage et environnement », Niamey (Niger) du 11 au 15 février 2008.
- STRASBERG D., ROUGET M., RICHARDSON D. M., BARET S., DUPONT J. et COWLING R.M. (2005). An Assessment of habitat diversity, transformation and threats to biodiversity on Reunion Island (Mascarene Island, Indian Ocean) as a basis for conservation planning. *Biodiversity and Conservation*, 14, 12, p 3015-3032
- THIAM M., 2007. Evaluation du projet domino-trans : Synthèse de quelques données collectées auprès des membres du Comité d'Utilisateurs. Rapport CIRAD. Octobre 2007. 12p.
- TOBLER W.R. (1979), « Cellular Geography », in *Philosophy in Geography*, Kluwer, Gale S. and Olsson G. (eds), pp. 379-386
- TOURE I et LECLERC G. Compte rendu de l'atelier cartographie « ATP domino et ADD Trans », Richard Toll, 10-12 Avril 2007.
- TOURE I., BAH A., D'AQUINO P, et DIA I, (2004). Savoirs experts et savoirs locaux pour la coélaboration d'outils cartographiques d'aide à la décision. *Cahiers Agricultures* 13 : 546-53
- TOURE L., 2007. Elaboration D'un SIG sur l'évolution de l'occupation et l'affectation des sols dans la zone du lac De Guiers -Tatki. Rapport de stage ADD-TRANS. 40p
- TOURE, M. B. et LECLERC, G., 2006. Le modèle générique DOMINO : implémentation sous CORMAS. 5p
- VERBURG PH, VELDKAMP WSA et ESPALDON, RLV 2002, *Environmental Management* 30 (3), 391-405.
- VINCK D., 1999, Les objets intermédiaires dans les réseaux de coopération scientifique. Contribution à la prise en compte des objets dans les dynamiques sociales, *Revue Française de Sociologie*, XL (2), pp. 385-414
- WALKER, B., C. CARPENTER, J. ANDERIES, N. ABEL, G. CUMMING, M. JANSSEN, L. LEBEL, J. NORBERG, G.D. PETERSON, et R. PRITCHARD. 2002. "Resilience Management in Social-ecosystems: a Working Hypothesis for a Participatory Approach", *Conservation Ecology*, vol. 6, n° 1, 14p.

- WHITE R., ENGELN G. (1993), « Cellular automata as the basis of integrated dynamic regional modelling », *Environment and Planning A* 25, pp. 1175-1199.
- WHITE, R., ENGELN, G., ULJEE, I., 1997, « The use of constrained cellular automata for high-resolution modelling of urban land-use dynamics », *Environment and Planning B: Planning and Design*, 24(3), 323-343

ANNEXES

Le lexique DOMINO

Accès : correspond à toutes les voies possibles par lesquelles un individu est capable de profiter de biens (Peluso 2003). L'accès peut être libre quand il s'agit de ressources sans propriétaires ou non appropriées (res nullius) ; ou commun quand il s'agit de ressources communes (res communes). L'accès peut se fonder sur des droits que les acteurs ont sur des ressources : droit de passage, droit de prélèvement, droit d'exploitation, droit d'exclusion et de protection

Acteur : Personne / Institution ayant un rôle dans ou étant concerné par le processus de décision. Ils sont ensuite à distinguer selon les types suivants.

Affectation est le terme le plus générique qui recouvre l'attribution, l'utilisation, leur régulation, et la possession. Ce terme renvoie aussi aux principaux types de fonctions auxquelles on destine le sol, et reste préalable à toute occupation.

- *L'utilisation* : l'exercice d'un usage sur une terre
- *L'attribution* : la destination du droit d'un usage sur une terre par une autorité à un acteur (individuel ou collectif)
- *La possession* : l'exercice du droit de propriété d'une terre

La régulation : Le don d'une vocation d'une terre à un usage (acteurs politiques et sociaux), son contrôle (acteurs politiques et sociaux), la sanction de ses déviances (acteurs judiciaires ou sociaux), les arbitrages (acteurs judiciaires ou sociaux). La régulation est aussi le processus de génération de règles pour organiser l'utilisation, l'affectation, l'occupation et la gestion des ressources dont le sol ;

Aménagement désigne l'action ou la manière de disposer et de préparer méthodiquement en vue d'un usage déterminé. Par extension, l'*aménagement du territoire* désigne la politique qui vise à l'organisation globale de l'espace destiné à satisfaire les besoins des populations intéressées en mettant en place les équipements nécessaires et en valorisant les ressources naturelles.

Décentralisation : Fondamentalement, la décentralisation est une politique étatique visant à mieux associer les administrés aux prises de décision les concernant. Processus de délégation de pouvoir, la décentralisation peut être l'objet de plusieurs lectures différentes mais formant souvent un tout (Bourdin 1990 in D'Aquino, 2002).

Décision : En sociologie, elle est un processus social qui se déroule dans le temps, dans lequel les solutions alternatives sont constituées et découvertes progressivement et auquel participent des acteurs multiples qui sont relativement autonomes les uns des autres mais reliés stratégiquement. Ces acteurs poursuivent des objectifs divers, voire conflictuels et souvent ambigus, ils n'ont qu'une connaissance et une information imparfaites et ne disposent que d'une rationalité limitée. Dès lors il n'y a plus de solution idéale à un problème, il n'y a que des solutions satisfaisantes. Et s'imposera celle en faveur de laquelle se sera constituée une coalition capable d'imposer aux autres ses critères de satisfaction, qui deviennent alors les critères de rationalité et de choix de l'ensemble (Boudon *et al.*, 2003)

Echelle : Dimension spatiale, temporelle ou analytique sur laquelle on peut mesurer et analyser un phénomène. Une échelle est donc comme un axe sur lequel on peut situer les phénomènes, défini par son étendue (taille de l'axe) et sa résolution (unité de l'axe) (Abrami, 2004)

Foncier : Le foncier est l'ensemble des rapports sociaux ayant pour support la terre ou l'espace territorial et ses ressources. Ces rapports sociaux sont principalement déterminés par les facteurs économiques (accumulation primitive de capital et extraction de rente), juridique (normes d'appropriation et de règlement des conflits) puis par les techniques d'aménagements pouvant matérialiser et caractériser ses rapports sociaux en autant de régimes (Le Roy E., 1991, p. 12). Ce terme draine différentes formes de droit notamment : les droits de propriété sur la terre ; les droits d'usage (prélèvement, exploitation,

passage, protection et exclusion) ; les droits traditionnels (ensemble de droits dont la formation et le mode de légitimation ne relèvent pas du droit de l'Etat qu'ils précèdent) ; les droits de préemption etc.

Négociation : un processus par lequel deux ou plusieurs parties interagissent dans le but d'atteindre une position acceptable au regard de leurs divergences (Faure *et al.*, 1998).

Niveau d'organisation : Ce terme est le plus souvent employé dans le domaine des sciences du vivant (écologie, biologie) et plus généralement dans la science des systèmes : « *degré de complexité hiérarchique et imperméable d'un système : cellule, organe, individu...* ». Cette définition est propre à la théorie des hiérarchies pour laquelle un phénomène se décompose en niveau le long d'une échelle spatio-temporelle. Chacun de ses niveaux à ses propres règles et ses propres rythmes et doit être étudié séparément. Chaque niveau est le composant d'un niveau supérieur qui détermine des variables de forçage du niveau étudié, et chaque niveau peut être divisé en composante de niveau inférieur, et dont les dynamiques sont explicatives par rapport au niveau observé. (Abrami, 2004).

- *L'intégration entre niveaux d'organisation* : fait référence à la cohérence des décisions résultant de la concertation ou de l'ouverture des institutions qui agissent à échelles différentes.

Organisation : En sociologie, ce terme désigne un ensemble humains ordonnés et hiérarchisés en vue d'assurer la coopération et la coordination de leurs membres pour des buts donnés. Selon les buts visés, les mécanismes de contraintes mis en œuvre en leur sein et les modes de légitimation de l'autorité, ces organisations sont très différentes et ont des caractéristiques et des modes de fonctionnement dissemblables (Boudon *et al.*, 2003).

Partenaire administratif : Représentant de l'Etat ou des collectivités territoriales, il intervient en tant que gestionnaire et décideur sur le territoire. Ils sont des utilisateurs potentiels du produit fini. Ils jouent un rôle dans l'orientation, la validation et l'officialisation des résultats du projet.

Partenaire du développement : Intervenant au titre de son institution, il est agent de développement, chargé de mission ou d'étude,... Il est mobilisé en raison de ses connaissances du terrain, de ses compétences et par son rôle dans la mise en place des orientations de son institution sur le territoire concerné par le projet. Ils sont des utilisateurs potentiels du produit fini.

Partenaire scientifique : Intervenant au titre de son institution, il est chercheur, universitaire impliqué dans le projet. Il peut ou non être lié au terrain.

Partenaire : Institution (au sens large) qui participe de manière régulière au projet.

Le partenaire :

- A un intérêt clairement identifié pour participer au projet (expression d'attentes)
- Est suffisamment disponible pour suivre le projet.
- Exprime une volonté de participation au projet.

La formalisation du partenariat n'est pas systématique mais toujours souhaitable.

Elle s'impose cependant lorsque le partenaire met à disposition du projet des moyens financiers ou matériels et humain. Elle est souhaitable lorsque le partenaire impliqué dispose de compétences/expertise rare et essentielle pour le projet.

Patrimoine : ensemble des obligations d'une personne, obligations envers l'ensemble de ses titulaires, c'est-à-dire tant les générations actuelles que celles à venir. En ce sens, il est intimement lié à l'identité de ses titulaires dont il est une composante essentielle (Karsenty et Marie, 1998).

Personne ressource : personne mobilisée ponctuellement en raison de ses compétences et de son expertise. Elle n'a pas nécessairement à s'impliquer dans la réalisation des objectifs du projet. Il peut être parfois un partenaire.

Terre : Elément solide qui supporte les êtres vivants et leurs ouvrages et où poussent les végétaux (Petit Robert). Ce terme est très polysémique, et ses différents sens correspondent souvent à des changements d'échelle dans les rapports de l'être humain à l'espace (Dictionnaire de la Géographie, 2003, p. 906-907)

Territoire : espace géographique, agencement de ressources matérielles et symboliques capables de structurer les conditions pratiques de l'existence d'un individu ou d'un collectif social et d'informer en retour cet individu ou ce collectif sur sa propre identité » (J. Lévy et M. Lussault, 2003, Dictionnaire de la géographie et de l'espace des sociétés, p. 910)

Utilisateur : Personne ayant accepté de s'impliquer dans un processus de médiation utilisant le modèle, les outils produits dans le cadre de DOMINO.

Les utilisateurs ne sont pas nécessairement des partenaires.

Pour s'engager dans un processus de médiation, l'utilisateur doit exprimer explicitement sa volonté de s'impliquer dans une démarche partagée de recherche de solution susceptible de le conduire sur une voie de changement.

Liste des sigles et abréviations

AFD : Agence Française de Développement
AGR : Agent Group Rôle
ANCR : Association Nationale des Conseillers Ruraux
APCR : Association des Présidents des Conseils Ruraux
APR : Association de Promotion en milieu Rural
ARCR : Association Régionale des Conseillers Ruraux
ASREAD : Association Sénégalaise de Recherche, d'Etudes et d'Appui au Développement
ATP : Action Transversale Programmée du Cirad
CA : Chambre d'Agriculture
CADL- Centre d'Appui au Développement Local
CDA : Charte de Développement Agricole communal
CEDEAO : Communauté économique des Etats d'Afrique de l'Ouest
CESR : Comité Economique et Social Réunionnais
CNASEA : Centre National pour l'Aménagement des Structures des Exploitations Agricoles
CNCR-Conseil National de Concertation et de Coopération des Ruraux
CPC : Comité de pilotage de la Canne
CREGUR : Centre de Recherches et d'Etudes en Géographie de l'Université de la Réunion
CSS : Compagnie Sucrière du Sénégal
DAF : Direction de l'Agriculture et de la Forêt
DAT : Direction de l'aménagement du Territoire
DDE : Direction Départementale de l'Equipeement
DGPRES : Direction Générale de la Protection des Ressources en Eau
DOM : Département français d'Outre Mer
DOMINO : Démarche Objet Multisite d'Interactions entre les Niveaux d'Organisation
ENEA : Ecole Nationale d'Economie Appliquée
EPCI : Etablissements Publics de Coopération Intercommunale
FRCA : Fédération Régionale des Coopératives Agricoles de la Réunion
GAMS: General Algebraic Modeling System
GERT : GEStion des Ressources et des Territoires du Pôle Agriculture Durable
Environnement et Forêt du Cirad Réunion.
GIE : Groupements d'Intérêt Economiques
GIRARDEL : Groupe Interdisciplinaire de Recherche pour l'Appui à la planification
Régionale et au Développement Local
GPF : Groupements de Promotion Féminine
GREEN : Gestion des ressources RENouvelables et ENvironnement
IRD : Institut de Recherche pour le Développement
IREMIA : Institut de Recherches en Mathématiques et Informatique Appliquées de
l'Université de la Réunion
LOASP : Loi d'Orientation Agro Sylvo Pastorale
MARP : Méthode Accélérée de Recherche Participative
NEPAD : Nouveau Partenariat Economique pour le Développement en Afrique
OCB : Organisations Communautaires de Bases
OMVG : Organisation pour la mise en valeur du fleuve Gambie
OMVS : Organisation pour la Mise en Valeur du fleuve Sénégal
ONF : Office National des Forêts
OP : Organisations de Producteurs

PCR : Présidents de Conseil Rural
PDMAS : Programme de Développement des Marchés Agricoles du Sénégal
PED : Pays en développement
PLD : Plan Local de Développement
PLU : Plan Local d'Urbanisme
POAS : plan d'occupation et d'affectation des sols
POS : Plan d'Occupation des Sols
SAED : Société Nationale d'Aménagement et d'Exploitation des Terres du Delta du Fleuve Sénégal et des Vallées du Fleuve Sénégal et de la Falémé
SAFER : Société d'Aménagement Foncier et d'Etablissements Rura
SAR : Schéma d'Aménagement Régional
SCOT : Schéma de COhérence Territoriale
SMA : Système multi-agents
SONES : Société nationale des Eaux du Sénégal
UBT : Unité de Bétail Tropical.
UCAD : Université Cheikh Anta Diop
UCO : Université Catholique de l'Ouest
UEMOA : Union Economique et Monétaire Ouest Africaine
UGB : Université Gaston Berger
UICN : Union Internationale pour la Conservation de la Nature
UML : Unified Modelling Langage